



# MINAS ESGOTADA

ANTECEDENTES E IMPACTOS DO DESASTRE  
DA VALE NA BACIA DO PARAOPEBA

---

Bruno Milanez  
Miguel Fernandes Felipe  
(Organizadores)

# MINAS ESGOTADA

## ANTECEDENTES E IMPACTOS DO DESASTRE DA VALE NA BACIA DO PARAOPEBA

Bruno Milanez  
Miguel Fernandes Felipe  
(Organizadores)



Juiz de Fora  
2021

© Editora UFJF, 2021

Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa da editora. O conteúdo desta obra, além de autorizações relacionadas à permissão de uso de imagens ou textos de outro(s) autor(es), são de inteira responsabilidade do(s) autor(es) e/ou organizador(es).



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**

**REITOR**  
MARCUS VINICIUS DAVID

**VICE-REITORA**  
GIRLENE ALVES DA SILVA



**DIRETOR DA EDITORA UFJF**  
RICARDO BEZERRA CAVALCANTE

**CONSELHO EDITORIAL**  
RICARDO BEZERRA CAVALCANTE (PRESIDENTE)  
ANDRÉ NETTO BASTOS  
CHARLENE MARTINS MIOTTI  
CLAUDIA HELENA CERQUEIRA MARMORA  
CRISTINA DIAS DA SILVA  
ILUSKA MARIA DA SILVA COUTINHO  
JAIR ADRIANO KOPKE DE AGUIAR  
MARCO AURELIO KISTEMANN JUNIOR  
RAPHAEL FORTES MARCOMINI

**REVISÃO E DIAGRAMAÇÃO**  
MALORGIO STUDIO DESIGN & COMMUNICATION



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFJF

---

Minas esgotada : antecedentes e impactos do desastre da Vale na  
Bacia do Paraopeba / Bruno Milanez, Miguel Fernandes Felipe  
(organizadores.) – Juiz de Fora, MG : Editora UFJF, 2021.  
Dados eletrônicos (1 arquivo: 1,5 mb)

ISBN 978-65-89512-06-6

1. Mineração. 2. Desastres ambientais. 3. Paraopeba, Rio (MG).  
4. Barragem de rejeitos I. Milanez, Bruno. II. Felipe, Miguel  
Fernandes. III. Título.

CDU 622.378(815.1)

---

Este livro obedece às normas do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa,  
promulgado pelo Decreto n. 6.583 de 29 de setembro de 2008.



**EDITORA UFJF**

RUA BENJAMIN CONSTANT, 790  
CENTRO - JUIZ DE FORA - MG - CEP 36015-400  
FONE/FAX: (32) 3229-7646 / (32) 3229-7645  
editora@uff.edu.br / distribuicao.editora@uff.edu.br  
www.uff.br/editora

Filiada à ABEU



*Minas Gerais  
minerais  
minas de Minas  
demais,  
de menos?  
minas exploradas  
no duplo, no múltiplo  
sem-sentido,  
minas esgotadas  
a suor e ais,  
minas de mil  
e uma noites presas  
do fisco, do fausto,  
da farra; do fim.  
(...)  
(Ai, que me arrependo  
— me perdoa, Minas —  
de ter vendido  
na bacia das almas  
meu lençol de hematita  
ao louro da estranja  
e de ter construído  
filosoficamente  
meu castelo urbano  
sobre a jazida  
de sonhos minérios.  
Me arrependo e vendo.)*

(Carlos Drummond de Andrade)

Desde que rompeu a barragem em Brumadinho venho ao rio todos os dias pela manhã, caminho nestas margens e a sensação que sinto parece não ter nome, é tristeza, vontade de chorar, raiva e dúvida diante de um futuro muito incerto para mim e demais pessoas que moram aqui, ou que investiram muito para ter uma casa, um lugar de lazer e descanso. Sem o rio limpo, o lugar passará a não ter sentido, os lotes e as casas vão desvalorizar. O rio é o que mantém o povo aqui e o que nos aproxima mais da natureza. (Entrevistado 1, Curvelo/MG, 04/02/2019)<sup>1</sup>

Só quem já trabalhou lá dentro sabe o que aconteceu, a violência e a monstruosidade do que aconteceu. O trabalho na mineração sempre expõe o trabalhador aos riscos, eu trabalhava em horários alternados, em turnos e percebia os perigos. E lá também tinha os comentários de que a barragem era perigosa, sempre um ou outro comentava. Outros diziam que era seguro, que a Vale é uma empresa grande, tem técnico especialista em barragem. Tinha que ficar calado, não podia insistir senão eles mandavam a gente ir embora, e ninguém quer ficar desempregado. (Entrevistado 2, Brumadinho/MG, 06/02/2019)

O que precisa de olhar eles não olha não. Porque o que precisa de olhar igual uma barragem dessa aí, que tava lá, tava na cara pra todo mundo ver que ia romper a barragem, ainda tem a inteligência de engenheiro, desses doutor lá da lei, né, que ainda faz aí um restaurante do lado de baixo da barragem. O que eles tava querendo era isso mesmo, né não? (Entrevistado 3, Pará de Minas/MG, 05/02/2019)

---

<sup>1</sup> Depoimentos colhidos durante a Expedição Minas de Lama realizada entre os dias 4 e 6 de fevereiro de 2020.

# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b>	<b>8</b>
Marina Paula Oliveira	
<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>9</b>
Miguel Fernandes Felipe, Bruno Milanez	
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>12</b>
O DESASTRE AMBIENTAL DA VALE S.A. NA BACIA DO RIO PARAPEBA E O FAZER ACADÊMICO: ESTAMOS NO CAMINHO CERTO?	
Miguel Fernandes Felipe, Alfredo Costa, Rebeka Girardi Knop, Bruno Milanez	
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>21</b>
O QUE É A VALE S.A.?	
Máira Sertã Mansur, Tádzio Peters Coelho, Rodrigo Salles Pereira dos Santos	
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>35</b>
ANTECEDENTES INSTITUCIONAIS E PSEUDORRESPOSTAS DO GOVERNO DE MINAS GERAIS AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM I	
Lucas Magno, Bruno Milanez	
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>47</b>
O COMPLEXO PARAPEBA II: ESTRUTURA E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO	
Rodrigo Salles Pereira dos Santos, Bruno Milanez, Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves	
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>56</b>
NOTÍCIAS DE UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA: ANTECEDENTES E O CONTEXTO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM I DA VALE S.A.	
Luiz Jardim Wanderley, Bruno Milanez	

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>69</b>
DEPENDÊNCIA MINERAL, FALTA DE POLÍTICA DE REPARAÇÃO E INJUSTIÇA AMBIENTAL EM BRUMADINHO	
Tádzio Peters Coelho, Luiz Jardim Wanderley, Raquel Giffoni Pinto	
<b>CAPÍTULO 7</b>	<b>83</b>
A GEOGRAFICIDADE COMO CONCEITO CHAVE PARA COMPREENSÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELO DESASTRE DA VALE	
Alfredo Costa, Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves, Gabriela Barreto de Oliveira, Isabel Patrícia Martins Baêta Guimarães, Miguel Fernandes Felipe	
<b>CAPÍTULO 8</b>	<b>96</b>
RELEVO TECNOGÊNICO E (RE)TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO	
Carolina Campos Eduardo Oliveira, Telma Mendes da Silva, Thomaz Alvisi de Oliveira, Rodrigo Batista Lobato	
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>108</b>
<b>SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES</b>	<b>134</b>

# PREFÁCIO

Refletir sobre os impactos da mineração sempre será um desafio, especialmente porque os impactos são profundamente reais: eu vejo a lama de rejeitos no rio Paraopeba; eu sinto a poeira de minério entrando pelas minhas vias aéreas; eu sinto saudade dos meus amigos que foram soterrados vivos; eu sinto incerteza sobre o futuro de nossas comunidades atingidas. Em contrapartida, as soluções apresentadas pelas empresas mineradoras não necessariamente se vinculam aos danos e às dores provocadas por elas. Isso acontece por uma razão simples: elas não querem nos escutar.

Após o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, aprendemos que o setor minerário é melindroso. A empresa que era respeitada e admirada pela cidade, não respeitou os próprios trabalhadores, que foram soterrados em horário de almoço. Éramos interessantes enquanto produzíamos riqueza para sabe-se lá quem. Agora não mais.

As redes de solidariedade locais foram quebradas. Talvez um dos maiores impactos seja a incerteza das informações. Da noite pro dia, dezenas de novos atores nos territórios e uma única certeza: a minério-dependência e o potencial de exercício de poder por parte da Vale no contexto sociopolítico [local, regional, nacional e internacional]. Nós vemos, diariamente, jornalistas, profissionais, pesquisadores e formadores de opinião visitando nossas comunidades e produzindo conteúdos que muitas vezes pouco protegem nossos territórios.

Por outro lado, nas raras oportunidades de diálogo direto com a mineradora, nós somos rotulados como "emotivos demais", e, portanto, incapazes de fazer qualquer reflexão apurada sobre os impactos do desastre. Eles chegam em nossas comunidades bem vestidos, ficam de pé, seguram o microfone e até ensaiam conduzir a metodologia de reunião. Sentem o direito de olhar em nossos olhos e nos dizer como nós devemos reconstruir as nossas comunidades. Nos violam todos os dias durante o processo de reparação.

É por isso que, este livro, é fundamental para nós, atingidos e atingidas pela mineração. Primeiro, porque mostra que nós não somos loucos: loucura é não enxergar os antecedentes de uma tragédia anunciada. Segundo, porque nos ajuda a manter a sanidade: as nossas dores não são fruto da ignorância, elas estão profundamente conectadas com a ciência da melhor qualidade - àquela que coloca a vida acima do lucro.

Se para nós é difícil falar, para a Vale é difícil escutar. Deve ser impossível compreender e assumir a responsabilidade por causar tanta dor e destruição. Talvez, por isso, opte, sistematicamente, em nos invisibilizar. Isso não significa que vamos parar de falar. Outras pessoas nos escutarão.

Marina Paula Oliveira

Moradora de Brumadinho, Coordenadora de projetos para as comunidades atingidas pelo rompimento da barragem, pela Arquidiocese de Belo Horizonte, e Mestranda em Relações Internacionais pela PUC-Minas.

# APRESENTAÇÃO

Como traduzir a dor das pessoas? Como mensurar a perda de seus costumes, de seus modos de vida? Como retratar as feridas abertas na paisagem? Certamente, nem o mais erudito dos intelectuais ou o mais sensível dos poetas seria capaz de descrever a realidade das pessoas atingidas, tamanha a complexidade e profundidade daquilo que elas passaram e passam, dia após dia, às margens do ribeirão Ferro-Carvão e do rio Paraopeba, de Brumadinho a Felixlândia. Mais uma barragem se rompeu. Ao menos 270 pessoas perderam suas vidas. Outros tantos milhares perderam seu cotidiano e seu futuro. Aproximadamente 12 milhões de m<sup>3</sup> de rejeito de ferro destruíram florestas, pastagens, cultivos, casas e sorrisos. O que resta, é tristeza, raiva e dúvida.

Ante a assimetria de poder que determina o jogo político dos antecedentes e das consequências do rompimento da barragem da Vale S.A no Complexo Paraopeba II, cabe às pessoas que compõem a academia a responsabilidade social do fazer científico. A realização de esforços para a compreensão do desastre e que subsidiem as alternativas de reparação e recuperação ambiental precisa ser construída a partir dos territórios e em diálogo com atingidos e atingidas, promovendo uma aproximação com a sociedade e com a paisagem, sem a qual quaisquer assertivas se tornam vazias. Nesta premissa esse livro se fundamenta, como um esforço coletivo de compêndio de reflexões e proposições que têm os sujeitos e a paisagem como protagonistas da narrativa.

A história de concepção do livro remonta ao rompimento da barragem de Fundão, da Samarco/Vale S.A./BHP, na bacia do rio Doce. Dois grupos de pesquisa que possuem suas raízes ligadas ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO-UFJF), apesar de diferentes focos de pesquisa, começam a se aproximar com a convergência do discurso sobre a problemática das questões sociais e ambientais ligadas à mineração em Minas Gerais. Com isso, os esforços, outrora paralelos, começam a se entrecruzar em complementaridades.

O Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS) é um grupo multidisciplinar integrado por pesquisadores, pesquisadoras e estudantes de diferentes Instituições Públicas de Ensino. Ele é formado por pessoas que se propõem a refletir, a partir de diferentes olhares, como geografia, sociologia, engenharia e economia, sobre as múltiplas interfaces entre o setor extrativo mineral e a sociedade. Em seus trabalhos de extensão, o PoEMAS procura atuar de forma orgânica com organizações não governamentais e movimentos sociais que contestam o atual modelo mineral brasileiro ou que se encontram em conflitos com projetos de extração mineral. Seu envolvimento com a questão de barragens se iniciou após o

rompimento de Fundão com o estudo “Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/ Vale / BHP Billiton”<sup>1</sup>. Desde então, o PoEMAS vem se aprofundando nesse debate, particularmente no contexto da Rede de Pesquisa Rio Doce, que integra juntamente com os grupos CRDH/UFJF-GV, GEPSA/UFOP, Homa/UFJF e Organon/UFES.

O Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA), em sua essência, tem o foco nas questões geomorfológicas e hidrogeográficas relacionadas à dinâmica, à estrutura e ao funcionamento da paisagem. Sempre esteve engajado na compreensão da interação sociedade e natureza, sob a luz das questões ambientais. A degradação e recuperação de rios e nascentes, os aspectos hidrossociais em bacias hidrográficas e a evolução do relevo em diversas escalas espaciais e temporais são suas principais linhas de pesquisa. Com grande afeição pelo entendimento da paisagem em campo, o Grupo TERRA atuou na leitura e compreensão *in loco* das consequências do desastre da Samarco na bacia do rio Doce, culminando no relatório “A tragédia no rio Doce: a lama, o povo e a água”<sup>2</sup>.

A experiência acumulada pelo PoEMAS e pelo TERRA a partir do desastre da Samarco foi dialogada em uma disciplina do PPGeo-UFJF, ainda em 2016, a qual já foi ofertada em quatro oportunidades desde então. Mais de vinte palestrantes e algumas dezenas de estudantes, entre pessoas atingidas, lideranças de movimentos sociais, pesquisadores, professores e técnicos, contribuíram com a construção da disciplina, que estreitou ainda mais os laços entre os grupos, rompendo as dicotomias física/humana da Geografia ou academia/sociedade e, dessa forma, promovendo a articulação entre pesquisa, extensão e ensino.

Quando do rompimento da barragem da Vale S.A., em janeiro de 2019, o PoEMAS e o TERRA dialogaram desde os esforços iniciais para entender o desastre. Logo nos primeiros dias após o rompimento, enquanto uma equipe se debruçava sobre os documentos e estudos sobre o licenciamento e monitoramento das barragens do Complexo Paraopeba II, outro grupo, composto por pesquisadores e estudantes e, com o apoio da Pró-Reitoria de Extensão da UFJF e do Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração, realizou uma expedição ao longo do rio Paraopeba para dialogar com as pessoas atingidas e avaliar os impactos ambientais. A Expedição “Minas de Lama” foi iniciada dez dias após o rompimento e percorreu mais de 300km entre Felixlândia e Brumadinho. Incurções de campo paralelas também foram realizadas em diversos momentos pelas equipes do PoEMAS e do TERRA, ao longo dos quase dois anos que se passaram desde o rompimento. Assim a pesquisa de campo, gerou dados primários, que se somaram às informações secundárias de resgates documentais e bibliográficos. As reflexões realizadas a partir desse acervo serviu para compor dois relatórios<sup>3</sup> que foram, então, compilados e ampliados na elaboração deste livro.

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>

<sup>2</sup> Disponível em [https://www2.ufjf.br/noticias/files/2016/02/ufmg\\_ufjf\\_relatorioexpedicaoriodoce\\_v2.pdf](https://www2.ufjf.br/noticias/files/2016/02/ufmg_ufjf_relatorioexpedicaoriodoce_v2.pdf).

<sup>3</sup> “Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba” e “Minas de Lama: relatório da expedição geográfica no vale do rio Paraopeba”.

Assim, os textos apresentados aqui nascem do histórico de engajamento dos pesquisadores com a problemática da mineração e questões sociais e ambientais. Eles têm como foco desde os aspectos institucionais ligados às mineradoras, até os problemas sociais e econômicos que assolam as pessoas atingidas e as consequências ambientais do rompimento da barragem.

Convidamos vocês à leitura e à reflexão.

Miguel Fernandes Felipe e Bruno Milanez

# O DESASTRE AMBIENTAL DA VALE S.A. NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA E O FAZER ACADÊMICO: ESTAMOS NO CAMINHO CERTO?

MIGUEL FERNANDES FELIPPE  
ALFREDO COSTA  
REBEKA GIRARDI KNOP  
BRUNO MILANEZ

## 1 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM I

Mais uma barragem de rejeitos de mineração se rompeu. Desta vez, em Brumadinho/MG, na bacia do rio Paraópeba. Pouco mais de três anos após aquele que foi considerado o maior desastre ambiental do Brasil (o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG), o estado de Minas Gerais se viu novamente sob os holofotes da imprensa nacional e internacional, noticiando o desespero da população e a degradação do ambiente. Infelizmente, mais uma tragédia esperada, ante o insuficiente aprendizado do ponto de vista legal, normativo e institucional a partir dos exemplos anteriores.

A Barragem I fazia parte da mina do Córrego do Feijão, no Complexo Paraópeba II, da mineradora Vale S.A. Construída em 1976, no ano de 2019 havia atingido uma altura de 86 m, estocando 11,7 milhões m<sup>3</sup> de rejeitos. Após o rompimento da barragem de Fundão, Fabio Schawrtsman, CEO da Vale, prometeu “Mariana nunca mais” (PEARSON; MAGALHÃES E KOWSMANN, 2019) indicando, inclusive, a retomada de um antigo projeto de reprocessamento de rejeitos da Barragem I ( Cf. NICHOLSON ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a) para fins de sua desativação.

No dia 25 de janeiro de 2019, os rejeitos provenientes da Barragem I soterraram o ribeirão Ferro-Carvão e alcançaram o rio Paraópeba, um dos principais afluentes do alto curso do rio São Francisco. Os materiais eram compostos majoritariamente por ferro, alumínio, manganês e titânio, mas também apresentavam níveis elevados de urânio, cádmio, chumbo, arsênio e mercúrio. Nas águas dos rios, esses metais podem causar severos impactos negativos de longo prazo em plantas, animais e seres humanos (DOS SANTOS VERGILIO *et al.*, 2020). A parte dos rejeitos que não foi

carreada pelos cursos d'água, foi depositada ao longo das margens, recobrando uma área equivalente a 450 campos de futebol (ROTTA *et al.*, 2020).

Além dos impactos ambientais, a alta mortalidade foi o aspecto mais estarrecedor do desastre. Foram registradas 270 mortes, 131 trabalhadores da Vale e 139 trabalhadores terceirizados ou residentes das comunidades próximas (VALE S.A., 2019). Em parte, o grande número de mortes foi resultado da localização dos escritórios e restaurante da Vale a menos de 1,0 km a jusante da barragem (Figura 1.1). O fluxo de detritos derivado do rompimento atingiu essas construções em apenas um minuto, o que tornou impossível a evacuação (C.M. FREITAS E SILVA, 2019).

C. M. Freitas, Barcellos, Asmus, Silva, e Xavier (2019) argumentam que o sistema de emergência foi inefetivo e que os planos existiam apenas no papel, por razões burocráticas. Além dos trabalhadores, o desastre também tirou a vida de diversas pessoas que viviam nas comunidades próximas à mina, particularmente no Córrego do Feijão e no Parque da Cachoeira (Figura 1.1). Apesar das alegações da Vale de que tinha promovido treinamento para as comunidades, os moradores relataram a falta de informação sobre os procedimentos em caso de rompimento (C.M. FREITAS E SILVA, 2019). De acordo com informantes entrevistados por M. F. Felipe *et al.* (2020), as reuniões eram mais para defender a segurança da barragem do que efetivamente treinar as pessoas para emergências.

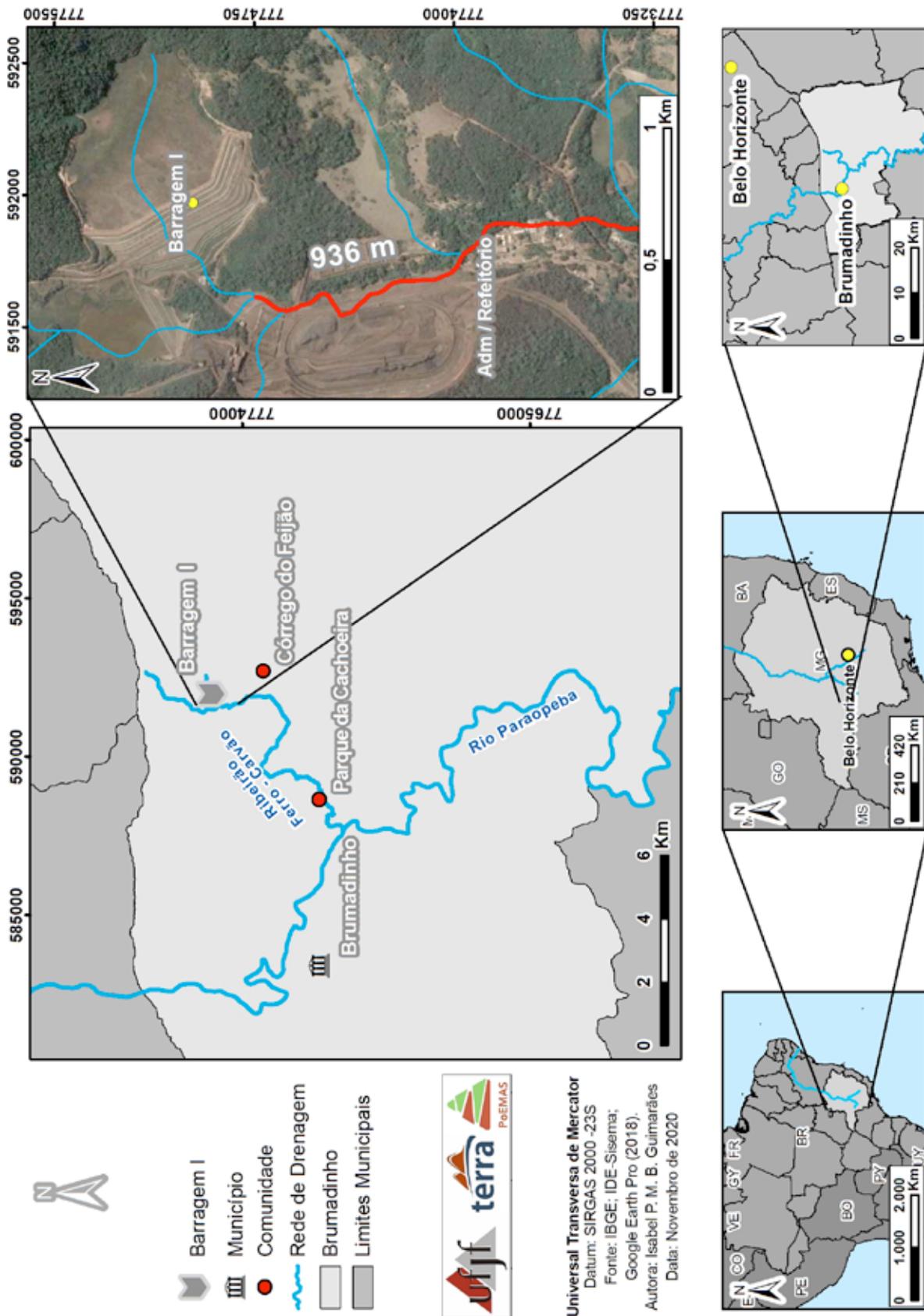
A falta de preparo também foi evidente nos falhos procedimentos de comunicação no desastre. A Expedição “Minas de Lama”<sup>1</sup> percorreu o rio Paraopeba entre os dias 4 e 6 de fevereiro de 2020 (dez dias após o rompimento) e encontrou várias pessoas que residiam ao longo do rio, mas que não tiveram informação adequada sobre o desastre, e não sabiam o que fazer (M. F. FELIPPE *et al.*, 2020). Em algumas áreas, mais de uma semana passou até que a equipe da Vale fosse explicar às pessoas o que acontecera e verificar o que eles precisavam. Assim, as informações iniciais sugerem que a Vale ignorou grande parte das lições dadas pelo caso da Samarco. Mesmo após o desastre em Mariana, a companhia não aumentou a segurança no Córrego do Feijão para níveis satisfatórios, nem mesmo colocou em vigência um plano de emergência aceitável.

As relações entre as mineradoras e o meio acadêmico são, por vezes, muito próximas, seja por financiamento de projetos e infraestrutura laboratorial, programas de estágio/*trainee*, ou contratação de profissionais. Isso pode gerar conflitos de interesses quando da emergência de questões associadas às responsabilidades inerentes à cadeia produtiva. Em situações como essas, não é razoável que os cientistas se isentem de atender prontamente às demandas por respostas que a complexidade dos desastres da Samarco e da Vale suscita.

O papel da ciência crítica e com lastro social foi e é fundamental na compreensão do desastre e na promoção (e idealização) de iniciativas de recuperação e reparação. Desse modo, uma miríade de estudos foi sendo promovida por diversos grupos de pesquisa e extensão ao longo do Brasil e, inclusive, internacionalmente. Muitos desses esforços são disparatados e desconexos, outros, porém, possuem grande articulação inclusive, com o Ministério Público e os movimentos sociais.

<sup>1</sup> Expedição realizada entre os dias 04 e 06 de fevereiro de 2019 ao longo do rio Paraopeba (Felixlândia a Brumadinho), coordenada pela UFJF em parceria com a UFG e o IFNMG. O relato completo pode ser visto em M. F. Felipe *et al.* (2020), e a avaliação de impactos em Costa *et al.* (2019).

Figura 1.1 – Localização da Barragem I, em Brumadinho/MG



Fonte: Os autores, a partir das bases de dados IBGE, IGAM, ERSI/ArcGIS e GoogleEarth.

O desastre no vale do rio Paraopeba, assim como ocorreu no caso do rio Doce, gerou intenso interesse acadêmico nos âmbitos regional, nacional e global. Diante da grande quantidade de investigações desenvolvidas posteriormente, dentro de um contexto de grande sofrimento social, acreditamos que cabe a reflexão sobre o papel das ciências e as responsabilidades dos pesquisadores envolvidos nessas atividades.

Diante da inquestionável importância da ciência, nos propomos a tecer algumas avaliações associadas a essa questão, tendo como pano de fundo uma extensa listagem dos produtos acadêmicos publicados sobre o desastre da Vale na bacia do Paraopeba.

## 2 ASPECTOS DO FAZER ACADÊMICO NO DESASTRE AMBIENTAL DA VALE

Os recentes desastres ambientais da mineração em Minas Gerais mostraram-se de interesse acadêmico global. Se por um lado verificaram-se genuínos esforços científicos para a compreensão do evento, para elucidar suas consequências e para atender as demandas das pessoas atingidas, por outro houve aqueles que apenas usaram os desastres como pano de fundo para testar hipóteses e modelos matemáticos, ou para reforçar uma retórica acadêmica por vezes militante. Houve, ainda, os que aproveitaram a projeção do acontecimento para escrever análises (geralmente vagas e genéricas) e conquistar algum tipo de prestígio e visibilidade junto ao corpo científico<sup>2</sup>.

A Expedição “Minas de Lama”<sup>3</sup> evidenciou algo que já fora percebido por M. F. Felipe, Costa, Franco, e Matos (2016) por ocasião do rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco: em ambos os casos, os esforços empreendidos ao longo do território atingido eram heterogêneos e desproporcionais. A falta de consenso sobre a definição de quem são as vítimas do desastre – em que pesam o que Laschefski (2020) caracteriza como sistemas peritos para deslegitimação – acaba por provocar um injusto processo de invisibilização dos impactos e das pessoas atingidas ao longo da área afetada, um teatro de luzes e sombras em que os protagonistas são definidos pela proximidade com o local do rompimento, como se só fosse atingido aquela pessoa ou território sujo pela lama (LASCHEFSKI, 2020 ).

Partindo-se desta crítica direcionada às empresas e ao Estado em particular, a pergunta que se pretende responder nesse texto é: os esforços acadêmicos em relação à compreensão do desastre também obedecem a essa lógica? Em outras palavras, discutimos aqui para onde está direcionado o olhar dos cientistas no desastre ambiental da Vale S.A.

<sup>2</sup> Este fato foi constatado em levantamento realizado no bojo do Programa de Extensão Minas de Lama (UFJF), e os resultados foram organizados em forma de artigo, que se encontra em processo de avaliação.

<sup>3</sup> Expedição realizada entre os dias 04 e 06 de fevereiro de 2019 ao longo do rio Paraopeba (Felixlândia a Brumadinho), coordenada pela UFJF em parceria com a UFG e o IFNMG. O relato completo pode ser visto em M. F. Felipe *et al.* (2020), e a avaliação de impactos em Costa *et al.* (2019).

Para tanto, serão apresentados os resultados de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) relativa ao tema, uma técnica que requer a aplicação de métodos explícitos, rigorosos e sistematizados de identificação, avaliação e interpretação de todas as pesquisas relevantes disponíveis relacionadas a um tema, questão ou fenômeno de interesse (KITCHENHAM E CHARTERS, 2007; MEDEIROS E HOLANDA, 2019). Para estruturação da RBS<sup>4</sup> foram adotadas as nove etapas propostas por Gough (2007), assim sintetizadas por Bearman *et al.* (2012, p. 627, adaptado): I) Estabelecimento das perguntas de revisão; II) Definição dos critérios de inclusão e exclusão; III) Articulação da estratégia/ protocolo de busca; IV) Triagem das publicações; V) Relato dos resultados da estratégia de busca; VI) Extração de dados relevantes dos estudos incluídos; VII) Busca das respostas às questões iniciais; VIII) Síntese das evidências coletivas dos estudos incluídos; IX) Elaboração de conclusões e comunicação das descobertas.

A busca foi realizada na plataforma *Google Acadêmico*, limitando a coleta aos trabalhos disponíveis até o dia 15 de outubro de 2020. Como critério, restringiu-se os termos de busca ao título dos trabalhos, e selecionados apenas artigos científicos completos publicados em revistas e anais de eventos, monografias e trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, capítulos de livros.

As sequências de palavras utilizadas para as pesquisas (denominadas de *strings*) foram elaboradas a partir de três conjuntos de palavras-chaves, em português e inglês. Os conjuntos foram: a) Conjunto 01: impacto(s)/*impact(s)*, rompimento(s)/*dam break(s)*, tragédia(s)/*tragedy(ies)*, acidente(s)/*accident(s)*, desastre(s)/*disaster(s)*, ruptura(s)/*break(s)*, falha(s)/*failure(s)*, colapso(s)/*collapse(s)*; b) Conjunto 02: rejeito(s)/*tailing(s)*, barragem(ns)/*dam(s)*, ambiental(is)/*environment(al)*, *dam(s) break(s)*, mineração(ões)/ *mining*, Vale; c) Conjunto 03 (delimitador geográfico): Feijão, Paraopeba, Vale, Brumadinho.

A análise dos manuscritos objetivou identificar, estritamente, três aspectos: a escala do estudo (local, regional ou global), da sua abrangência geográfica (complexo minerário, comunidade, município, bacia, região, ou sem recorte espacial definido), e do seu caráter (teórico-metodológico ou aplicado).

### 3 UM OLHAR DESIGUAL SOBRE O TERRITÓRIO

Ao final da busca realizada pelos 1.136 *strings* formulados, foram encontrados 80 trabalhos que versam sobre o desastre da Vale, em Brumadinho, perfazendo as mais variadas temáticas (Saúde, Geoquímica, Direito, Comunicação, Sociologia, entre outros).

A maior parte dos trabalhos (71,3%) é aplicada, ou seja, são documentos que reportam resultados obtidos a partir do trato (qualitativo ou quantitativo) de dados primários ou secundários.

<sup>4</sup> A metodologia foi baseada em Kitchenham (2004), R. F. Sampaio e Mancini (2007), Lettieri, Masella, e Radaelli (2009), Bearman *et al.* (2012) *et al.* (2012), Marx *et al.* (2014), e Coutinho e Miranda-Ribeiro (2014).

Nesse sentido, destacam-se os esforços de órgãos públicos na produção de dados (sistemáticos ou não) sobre as áreas afetadas, de modo que a maioria dos documentos encontrados se utilizam de fontes secundárias para suas argumentações<sup>5</sup>. Exemplar é o caso do monitoramento da qualidade das águas realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que subsidiou diversas pesquisas. Imagens de sensores orbitais também foram fontes corriqueiras. Por sua vez, os trabalhos de cunho teórico se manifestam em documentos revisionais, reflexões acerca da aplicação de conceitos para o caso e teorizações genéricas que trazem o rompimento da barragem como elemento *en passant*.

Os trabalhos encontrados são variados quanto à extensão espacial de suas discussões. Enquanto alguns se limitam a comunidades ou localidades afetadas, outros trazem contextos que transcendem o território diretamente atingido. Nesse sentido, evoca-se a importância de se compreender a escala geográfica de abordagem das pesquisas. Partindo do princípio de que o espaço geográfico é uma realidade concreta, dialeticamente produto e condição da reprodução da sociedade, a escala (à parte a polissemia do termo) deve ser entendida como um filtro, uma lente, que dá visibilidade à extensão espacial de um determinado fenômeno (DE CASTRO, 1992, 2014; E. O. SANTOS E DA SILVA, 2014). Não devemos aqui evocar a escala cartográfica, que tem a ortodoxia métrica como mote para definir proporções entre o real e suas representações, mas uma escala geográfica, de cunho político, que define o nível da abordagem espacial (SILVEIRA, 2004). Diante dessa linha de abordagem, optamos pela categorização nos três níveis tradicionais da abordagem escalar: local, regional e global.

Trabalhos que fazem a articulação do rompimento da barragem da Vale com a economia mundial dominam a maior parte dos estudos em escala global, os quais perfazem 16,3% da bibliografia (Tabela 1). O restante é equilibradamente dividido entre as escalas regional (42,5%) e local (41,3%). Nos três níveis escalares predominam trabalhos aplicados, porém, o maior percentual de discussões teóricas é realizado para a escala regional, normalmente, voltados aos impactos na bacia do Paraopeba ou às questões legais do crime.

O fato de termos trabalhos com abordagem escalar definida não está diretamente relacionado à existência de um recorte espacial para os mesmos. Remete-se aqui à transição entre a escala espacial e cartográfica que, por sua vez, se refere à operacionalização metodológica das pesquisas no território (SILVEIRA, 2004). Outrossim, não há vínculo direto entre o nível de abordagem escalar e o que aqui chamamos de recorte espacial, ainda que, evidentemente, trabalhos empíricos guardem alguma relação entre a espacialidade dos dados coletados e a escala de análise. Na realidade, a espacialidade (recorte espacial) da pesquisa refere-se à obtenção/produção de dados, enquanto sua escala tangencia as reverberações das discussões levantadas. Nessa linha, 38,8% dos trabalhos não apresentam um recorte espacial claro; são documentos teóricos que não possuem

<sup>5</sup> O predomínio de publicações fundamentadas em dados secundários tem, provavelmente, a contribuição das medidas de isolamento social adotadas em função pandemia da COVID-19, que limitaram as possibilidades do fazer acadêmico, desde idas à campos até análises laboratoriais de amostras coletadas.

lastro espacial, ou trabalhos aplicados focados, sobretudo, na Vale, enquanto instituição. Como era de se esperar, o município de Brumadinho (às vezes atuando como um recorte genérico) foi o lócus mais corriqueiro (20%). Se somarmos esses trabalhos àqueles que se debruçaram exclusivamente sobre o Complexo Minerário (3,8%) ou sobre a bacia do ribeirão Ferro-Carvão (12,5%), ambos localizados no território de Brumadinho, chegamos à cifra de 36,3% dos trabalhos localizados neste município (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Frequência relativa dos trabalhos levantados por nível de abordagem escalar e recorte espacial (n=80).

Recorte espacial	Escala de estudo			
	Local	Regional	Global	Total
Complexo Paraopeba II	3,8%	-	-	3,8%
Bacia do Ferro-Carvão	11,3%	-	-	11,3%
Brumadinho	16,3%	3,8%	-	20,0%
Outros recortes	5,0%			5,0%
Rio Paraopeba	3,8%	13,8%	-	17,5%
Bacia do Paraopeba	-	3,8%	-	3,8%
Sem recorte espacial	1,3%	21,3%	16,3%	38,8%
Total	41,3%	42,5%	16,3%	100,0%

Fonte: Revisão Bibliográfica Sistemática

É inegável a importância de se promover pesquisas na zona quente do desastre, porém, esses dados parecem sombrear o médio e baixo Paraopeba, parcamente trabalhados em escala local (apenas quatro trabalhos nesse contexto). Por outro lado, em escala regional, 17,5% dos trabalhos versam genericamente sobre o rio Paraopeba ou sobre sua bacia a partir de dados (principalmente secundários) coletados ao longo das áreas afetadas.

A Figura 1.2 apresenta a heterogeneidade espacial das publicações sobre os municípios afetados considerando dois aspectos: a) municípios que foram usados como recorte espacial em pelo menos um estudo; b) número de publicações que utilizaram dados coletados em cada município. Com relação ao primeiro aspecto, verificou-se que, nos oitenta artigos, foram abordadas de maneira específica localidades nos municípios de Brumadinho, São Joaquim de Bicas e Betim, esforço que corrobora a hipótese da maior valoração das áreas próximas ao rompimento. Já com relação ao

segundo aspecto, há predominância de uso de dados de Brumadinho e municípios do entorno. A utilização de dados coletados nos demais municípios justifica-se pela escolha metodológica de 17 publicações em examinarem, em escala regional, o rio ou a bacia do Paraopeba. Em 24 publicações, não foi explicitado um recorte espacial.

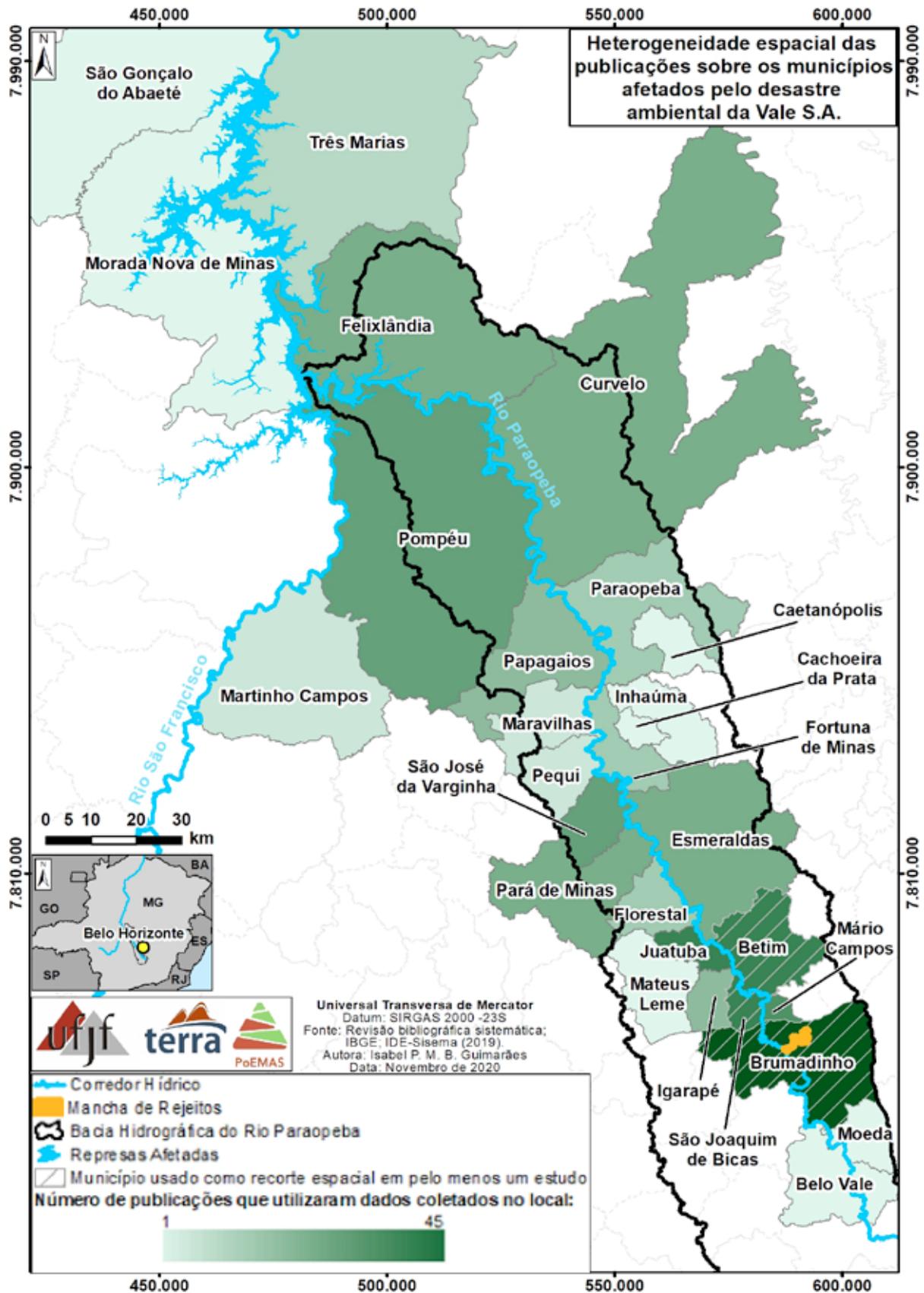
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teor dos artigos aponta para a reprodução da lógica perversa indicada no início do texto. As tratativas locais são focalizadas na “zona quente” do desastre. Mesmo que dados de toda a extensão do Paraopeba tenham sido utilizados, não há tratativa específica sobre os impactos verificados no médio e baixo curso. Os dados sobre qualidade da água, por exemplo, são utilizados, na maioria das vezes, para compreender a dinâmica do avanço da lama e seus efeitos na composição da água, como se o rio fosse uma entidade independente e despovoada. Em que pese a inegável importância da ciência para mitigar os impactos e assessorar a população atingida, a leitura crítica da atuação dos cientistas no desastre mostra que luzes e sombras se alternam no fazer acadêmico sobre a bacia do Paraopeba.

Ao longo do rio Paraopeba há uma enormidade vítimas do rompimento da barragem da Vale S.A. que sofrem com danos dos mais diversos, entre aqueles mais evidentes, como o comprometimento da alimentação, da dessedentação, da agropecuária, da pesca e do lazer, e aqueles menos evidentes, relacionados, por exemplo, à geração de expectativas, sensação de insegurança ou especulação imobiliária. A ausência de estudos que se dedicam especificamente à compreensão dos impactos para além das áreas cujo dano visual é irrefutável, somados à enormidade de estudos genéricos e sem clara aplicação prática, é um fato que reforça a condenação das vítimas e lugares ao esquecimento, ao mesmo tempo em que fortalece as estratégias das empresas mineradoras que buscam, invariavelmente, minimizar gastos com indenizações e reparações. Contra o aforismo *publish or perish*, acreditamos que a banalização de um fazer científico oportunista, pouco reflexivo e com baixo impacto social contribui para o aumento das incertezas sobre o próprio valor da ciência, cada vez mais questionada na aurora do século XXI.

Assim, a proposta deste livro busca avançar a partir dessas críticas e preencher parte das lacunas apontadas. O lastro social é fundamentado no contato com os atingidos e atingidas e o conhecimento sobre o território. As escalas abordadas dialogam entre o global e o local, compreendendo as relações complexas que se pautam na economia minerária, bem como a miríade de danos ambientais causados por ela. Longe da pretensão de se encerrar a questão, o que se propõe aqui é elucidar os antecedentes e os efeitos do desastre da Vale na bacia do Paraopeba.

Figura 1.2 – Heterogeneidade espacial das publicações sobre os municípios afetados pelo desastre ambiental da Vale S.A.



Fonte: Os autores, a partir dos dados da Revisão Bibliográfica Sistemática

# O QUE É A VALE S.A.?

MAÍRA SERTÃ MANSUR

TÁDZIO PETERS COELHO

RODRIGO SALLES PEREIRA DOS SANTOS

## 1 UM BREVE HISTÓRICO DA VALE S.A.

A Vale S.A. é a maior mineradora do Brasil e, em 2020, foi considerada a terceira maior companhia na indústria global de mineração (PWC, 2020). A corporação é líder mundial na produção de minério de ferro e níquel, destacando-se ainda na produção de manganês, cobre, carvão, pelotas e ferroligas (VALE, 2020c). Ela se encontra presente em 27 países<sup>1</sup> e atua a partir de uma cadeia que integra mineração, logística e energia.

A empresa foi criada, através de decreto-lei pelo presidente Getúlio Vargas em junho de 1942, como Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Desde o início, o seu padrão exportador predominou. Entre 1942 e 1961 a CVRD exportou 98% de todo o minério que extraiu (TRINER, 2011). De modo semelhante, entre 1967 e 1997 ao menos 80% do minério de ferro extraído pela Vale foi destinado aos mercados internacionais (M. Z. SILVA, 2004; VALE, 2012b).

A então CVRD foi privatizada em 1997, em um contexto de ampla readequação do país à agenda política neoliberal. A empresa foi privatizada através do Programa Nacional de Desestatização, tendo modificado seu nome para Vale S.A. (Vale) somente em 2007. Após sua privatização, dois movimentos marcaram sua reestruturação: primeiramente, a corporação diversificou sua estrutura de extração, através de novos projetos, fusões e aquisições (E. MOURA, SOUZA, VIEIRA E GODEIRO, 2007); posteriormente, passou a “enxugar” suas operações, especializando-se em minério de ferro e logística. Tais movimentos estiveram diretamente relacionados aos cenários de preço das *commodities* minerais no mercado global.

Ao longo de 20 anos (1997-2017), a Vale operou através de um acordo de acionistas que regeu as relações entre a *holding* controladora (Valepar) e seus demais proprietários (Valepar, 1997). Em 2017, a Valepar celebrou um novo acordo que previa a extinção do próprio grupo controlador e guiou o processo de reestruturação da propriedade da Vale (VALE, 2017a; VALEPAR, 2017).

<sup>1</sup> Sua presença consiste em projetos de extração, estruturas de apoio logístico e escritórios comerciais localizados na Argentina, Brasil, Chile, Paraguai, Uruguai, Peru, Canadá, Estados Unidos, Barbados, Áustria, Reino Unido, Suíça, Emirados Árabes, Malauí, Moçambique, Omã, Austrália, China, Cingapura, Coreia do Sul, Filipinas, Índia, Indonésia, Japão, Malásia, Nova Caledônia e Taiwan (VALE, 2020b, p. 202).

Através de suas operações, a Vale é responsável por uma série de impactos nos diversos territórios nos quais atua, como foi demonstrado de forma inequívoca com os desastres nos rios Doce <sup>2</sup>, em 2015, e Paraopeba, em 2019. Em grande parte, tais impactos estão relacionados a decisões voltadas a garantir retornos crescentes aos acionistas, uma prioridade cada vez mais dominante no processo de reestruturação da empresa e de redirecionamento de sua estratégia financeira.

## 2 ESTRATÉGIA FINANCEIRA

A estratégia financeira diz respeito às ações da firma que envolvem a gestão interna de recursos econômicos e, principalmente, sua obtenção junto a agentes externos (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 5), sendo sua implementação dependente de agentes e redes de financiamento (condições externas), assim como por disputas dentro da empresa (condições internas). Sua importância está ligada ao papel cada vez mais central dos mercados financeiros na orientação da atividade empresarial, de modo que o comportamento dos gestores é progressivamente mais condicionado por agentes e instituições financeiras, favorecendo a geração de valor aos acionistas (*share holder value*).

A discussão da estratégia financeira da Vale é relevante para entender as mudanças recentes nas relações entre a empresa e seus financiadores, em especial, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), os fundos de pensão ligados às empresas estatais e os grandes investidores institucionais estrangeiros. É, ainda, importante para compreender suas operações, particularmente no que diz respeito aos (des)investimentos e aos padrões de segurança ambiental e trabalhista adotados. Além disso, a estratégia financeira também está relacionada à reputação empresarial, de modo que a Vale busca sustentar uma imagem pública de solidez e segurança junto aos seus investidores.

### 2.1 FONTES E ESTRUTURA DE RECURSOS

Nos últimos anos, as principais fontes de recursos da Vale têm sido o fluxo de caixa operacional, os empréstimos, a emissão de títulos de dívida e a alienação de ativos (VALE, 2018a, p. 103). Em 2019, o fluxo de caixa operacional da empresa atingiu o valor de US\$ 12,1 bilhões, frente aos US\$ 12,9 bilhões de 2018 (VALE, 2019b, p. 111). Em seus relatórios financeiros, a Vale define o fluxo de caixa operacional como fortemente afetado pela flutuação dos preços globais dos produtos comercializados, especialmente o minério de ferro, que respondeu por 62,1% da receita operacional

<sup>2</sup> A Samarco, *joint venture* da Vale com a australiana BHP Billiton, por meio de um acordo com o governo federal e com governos dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, constituiu a Fundação Renova, uma fundação de direito privado responsável pela mitigação e compensação dos danos socioambientais, em um caso, no mínimo atípico, de privatização da política ambiental (MANSUR *et al.*, 2016; R. S. P. SANTOS e MILANEZ, 2017a).

da companhia em 2019<sup>3</sup>, frente a 55,7% em 2018 e 54,5% em 2017<sup>4</sup> (VALE, 2019b, p. 112). Dessa forma, o fluxo de caixa da Vale é dependente do movimento dos preços de seus principais minérios, que influenciam indiretamente sua estratégia corporativa, em particular em sua dimensão financeira e no cenário recessivo do pós-*boom*<sup>5</sup>.

De outro lado, linhas de crédito e empréstimos, tanto públicos quanto privados, assumem quase a mesma importância do fluxo de caixa no ingresso de recursos na companhia. O relatório financeiro da empresa relativo ao exercício de 2019 indica que a dívida atual da empresa é composta por US\$ 10,3 bilhões referentes à emissão de títulos (*bonds*) e ao dispositivo de financiamento pré-exportação com bancos comerciais, além de US\$ 2,5 bilhões de dívidas pendentes, principalmente com o BNDES. Assim, 80,4% da composição da dívida da empresa está atrelada ao crédito privado<sup>6</sup>, e somente 19,5% ao crédito público.

O relatório destaca ainda duas linhas de crédito disponíveis à empresa, com US\$ 5 bilhões em crédito rotativo com consórcios de bancos internacionais e US\$ 400 milhões com o BNDES. Essa composição contrasta com o ano de 2017, em que o crédito público permaneceu como o principal mecanismo de obtenção de recursos externos da Vale, seguido de perto do crédito privado e, mais distante, da emissão de títulos<sup>7</sup> (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 17).

Como apontado por Milanez *et al.* (2019), o fluxo de recursos do BNDES para a Vale vem sendo reduzido (BNDES, 2020) e com as mudanças na política de financiamento do banco, ao restringir a concessão de crédito a grandes empresas (SAFATLE, 2019), o papel dos empréstimos públicos na estratégia financeira da Vale vem diminuindo expressivamente. Se, entre 2007 e 2015, a Vale figurava entre a terceira e quarta posição na lista dos maiores tomadores de recursos do banco, a partir de 2016 a empresa já não consta na lista dos 50 maiores tomadores de crédito (BNDES, 2020).

A venda de ativos constitui o mecanismo de obtenção de recursos externos menos relevante da companhia, ainda que tenha envolvido operações expressivas nos últimos anos, como a alienação dos ativos da divisão de fertilizantes e de participação no complexo de extração de carvão de Moatize, Moçambique (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 18).

A composição da dívida por instrumento expressa, de forma geral, a dependência relativa da firma em relação a fontes de financiamento específicas. Segundo a empresa, no quarto trimestre de 2019, a parte mais substancial de sua dívida líquida estava vinculada a mercados de capitais (59%), enquanto empréstimos bancários (27%) e agências de desenvolvimento (14%) respondiam

<sup>3</sup> Os minerais ferrosos responderam por 79,9% da receita da Vale no referido ano (VALE, 2019b, p. 12).

<sup>4</sup> Em 2019, o preço da tonelada de ferro com teor de 62% Fe variou a partir de US\$ 74,30 em janeiro, atingiu um pico de US\$ 120,51 em julho, e encerrou o ano, em dezembro, em US\$ 90,98 (MARKET INDEX, 2020).

<sup>5</sup> É importante destacar que, em 2019, ocorreu uma elevação no preço do minério de ferro, em comparação aos quatro últimos anos, explicado, especialmente, pela drástica redução da oferta brasileira após o rompimento da Barragem I, e a expectativa de ampliação da demanda chinesa.

<sup>6</sup> A emissão de títulos corresponde a 53% (US\$ 6,7 bilhões) dos recursos de financiamento captados pela empresa, evidenciando a centralidade desse mecanismo (VALE, 2020b, pp. 112-113).

<sup>7</sup> O crédito privado respondeu por 41,6%, enquanto os empréstimos públicos efetivos representaram 48,4% do total em 2017 (cf. MILANEZ *et al.*, 2019).

pelo restante (VALE, 2020g, p. 28). Além disso, cerca de 72% da dívida líquida está indexada ao dólar norte-americano, ainda que seu horizonte de amortização seja de longo prazo (VALE, 2020g, p. 27), apontando para uma maior vulnerabilidade frente às flutuações do mercado. Desse modo, a importância crescente dos mercados de capitais para a empresa parece conduzir à opção por investimentos em projetos com previsão de retorno financeiro de curto prazo.

## 2.2 O NOVO REGIME DE GOVERNANÇA CORPORATIVA

A discussão prévia sobre a estrutura de financiamento da Vale e de suas mudanças recentes e anunciadas auxilia na compreensão da mudança no regime de Governança Corporativa (GC) da empresa em 2017. As mudanças observadas na estratégia financeira da Vale estão, assim, vinculadas, de um lado, às mutações nas políticas públicas de financiamento de longo prazo no Brasil a partir de 2016 e, de outro, à estrutura do crédito privado em mercados de capitais. Essas transformações vêm repercutindo nas estruturas de propriedade e de controle da corporação, modificando os comportamentos de proprietários e gestores, assim como as instituições de GC.

Conforme já mencionado, a partir de 2017 houve significativa mudança na estrutura da Vale. A empresa implementou um processo de mudança organizacional diretamente relacionado às exigências de listagem no Novo Mercado da Bolsa de Valores do Brasil, a B3. Dentre as transformações observadas, é necessário destacar três principais: i) a unificação das duas classes de ações e, conseqüentemente, a conversão das ações preferenciais em ações ordinárias; ii) a eleição de conselheiros independentes para o Conselho de Administração (CA) da Vale (VALE, 2017f), o que se refletiria em seu novo Estatuto Social (VALE, 2017c); e iii) a transformação de sua Diretoria Executiva (DE) e a contratação de Fabio Schvartsman como Diretor-Presidente.

A conversão das ações foi determinante para alterar a estrutura de controle da Vale, avançando no processo de pulverização da propriedade e na tentativa de se tornar uma “*true corporation*” (VALE, 2017g). A estrutura de propriedade em ações de dupla classe era o mecanismo-chave por meio do qual a Valepar determinava a estratégia corporativa da mineradora, em detrimento dos demais acionistas. Constituía a *holding* controladora: (i) os três maiores fundos de pensão do país, PREVI, PETROS e FUNCEF<sup>8</sup>, vinculados ao Banco do Brasil, Petrobrás e Caixa Econômica Federal, respectivamente; (ii) a Bradespar, braço de participações do grupo financeiro nacional Bradesco; (iii) o grupo Mitsui & Co., importante *trading company* japonesa ligada a capitais siderúrgicos; (iv) o BNDES Participações S.A. (BNDESPar), *holding* que administra as participações acionárias do BNDES; (v) investidores nacionais, dentre os quais, institucionais, de varejo, do Fundo Mútuo de Privatização e do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FMP-FGTS); e (vi) o Governo Federal, por meio de 12 ações de tipo *golden share*<sup>9</sup> (MANSUR *et al.*, 2016).

<sup>8</sup> Os três fundos atuam coletivamente, por meio da Litel/Litela Participações S.A., na estrutura de propriedade da empresa.

<sup>9</sup> No Brasil, o mecanismo foi introduzido pela lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990. Da forma como foram criadas, as *golden shares* são ações de classe especial, detidas pelo Estado. O poder que conferem ao governo é definido no estatuto da empresa.

Em fevereiro de 2017, a *holding* detinha 53,9% das ações ordinárias, vinculantes de direitos de voto, sendo capaz de excluir, principalmente, os investidores estrangeiros da condução da companhia, ainda que esses detivessem 72,9% das ações preferenciais (VALE, 2017b). A unificação da estrutura de propriedade permitiu então, a redução das assimetrias internas entre os proprietários previamente organizados como grupo controlador e, em especial, os investidores institucionais estrangeiros. Dentre os últimos, sobressaem os norte-americanos Capital Group<sup>10</sup> e BlackRock, Inc., assim como a gestora britânica Standard Life Aberdeen plc.

Em segundo lugar, as disputas em torno da eleição de membro(s) independente(s) refletiam um deslocamento do centro de poder corporativo da mineradora do CA da Valepar para o CA da Vale. O resultado do processo eleitoral acabou por favorecer a já mencionada Standard Life Aberdeen, que apoiou as duas conselheiras<sup>11</sup> que se sagraram vitoriosas, Sandra Guerra e Isabella Saboya<sup>12</sup>.

Finalmente, a substituição de Murilo Ferreira por Fabio Schvartsman refletia, também, o ativismo dos proprietários da companhia e dos mercados de capitais em favor da financeirização da gestão da mineradora. Schvartsman encarnava a orientação financeira que havia conduzido outros grupos do setor de *commodities* (Klabin e Ultrapar) a níveis superiores de geração de valor ao acionista (Adachi e Góes, 2017; Góes e Fontes, 2017).

Dois focos distinguem a gestão de Schvartsman. Primeiramente, a redução do endividamento, de modo que a dívida líquida da corporação cairia de US\$ 27,7 bilhões para US\$ 20,8 bilhões (Vale, 2018a, p. 11). Em paralelo, o executivo reverteria a trajetória de redução dos dividendos, restringindo a reserva de investimentos a 50% e estabelecendo um patamar mínimo de 25% sobre o lucro líquido para a distribuição de dividendos (Vale, 2017c). O então Diretor-Presidente afirmaria “que nos próximos anos não haverá outra [mineradora] produzindo mais valor para seus acionistas do que a Vale”<sup>13</sup> (Góes, 2017).

Essa reorientação não se alterou, efetivamente, após o rompimento da Barragem I, quando Schvartsman foi afastado do cargo<sup>14</sup> e Eduardo de Salles Bartolomeo, então Diretor Executivo de Metais Básicos, assumiu a Presidência da empresa.

Em síntese, as mudanças descritas abrangeram a redução do controle por parte dos grandes proprietários nacionais – em especial, os fundos de pensão e o BNDESPar –, e o aumento da relevância de grandes investidores institucionais estrangeiros na estratégia corporativa, assim como

<sup>10</sup> Capital Research Global Investors, Capital International Investors e Capital World Investors são três dos cinco maiores investidores institucionais da Vale atualmente, detendo US\$ 2,7 bilhões em ações (YAHOO FINANCE, 2020).

<sup>11</sup> Atualmente há três conselheiros independentes no CA, (cf. VALE, 2020a).

<sup>12</sup> Para mais informações, ver R. S. P. Santos (2017) e R. S. P. Santos (2019).

<sup>13</sup> A Vale distribuiu US\$ 1,4 bilhão aos acionistas em 2017 e US\$ 3,3 bilhões em 2018, valor 135% superior ao ano anterior (VALE, 2019a). Após o rompimento da Barragem I, a corporação suspendeu a distribuição de dividendos, retornando o pagamento em setembro de 2020.

<sup>14</sup> Em março de 2019, Fabio Schvartsman e Peter Poppinga (Diretor Executivo de Ferrosos e Carvão) foram afastados em razão da recomendação do Ministério Público Federal e do Ministério Público de Minas Gerais e da investigação sobre o desastre da Barragem I (VALE, 2019e).

a redução da autonomia da DE e dos gestores da Vale diante do CA e de seus acionistas. Esse cenário se alinha à relevância crescente dos mercados de capitais e dos agentes externos à corporação na conformação das condições de obtenção de recursos por parte da Vale.

### 2.3 REDUÇÃO DE CUSTOS E REMUNERAÇÃO DOS GESTORES

A transformação na GC da empresa explicita o processo de adaptação da Vale às condições externas de obtenção de recursos financeiros. Dessa forma, desde a mudança organizacional realizada em 2017, o Governo Federal do Brasil e os proprietários a ele ligados (fundos de pensão e BNDESPar) têm reduzido, progressivamente, sua importância nas estruturas de propriedade e de controle da empresa<sup>15</sup>.

De modo complementar, essa transformação tende a aumentar o poder de agentes financeiros na estratégia corporativa da Vale, em especial os grandes investidores institucionais de origem estrangeira. O conjunto dessas transformações facilitaria o acesso a recursos localizados em mercados financeiros (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 20).

Considerando as regras e condições específicas de acesso ao crédito através desses mercados, a transição das fontes públicas a fontes privadas de recursos já vem exigindo a adaptação de outras dimensões da estratégia corporativa da Vale, de modo que a empresa intensificou a redução de custos operacionais (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 18), assim como a redução nos prazos de retorno e aumento das exigências sobre o nível de rentabilidade dos investimentos.

A Vale reduziu significativamente seus custos operacionais entre 2015 (US\$ 18,7 bilhões) e 2016 (US\$ 17,6 bilhões), cf. Tabela 2.1. A relação entre custos e receitas operacionais caiu de 80,2% para 56,3% entre 2015 a 2019, demarcando sua reorientação estratégica. Em 2017, 2018 e 2019, a despeito de ampliação em termos absolutos, a corporação continuou reduzindo os custos em relação às receitas. Os dados demonstram, ainda, o crescimento consistente da receita líquida operacional, que saiu de US\$ 23,4 bilhões em 2015 para US\$ 37,5 bilhões em 2019 (aumento de 60,2%)<sup>16</sup>.

Tabela 2.1 - Custo operacional e receita operacional líquida da Vale (2015-2019)

Período	Custo Operacional (US\$ bilhões)	Receita operacional líquida (US\$ bilhões)	Custo operacional/receita operacional (%)
2015	18.751	23.384	80.2
2016	17.650	27.488	64.2
2017	21.039	33.967	61.9
2018	22.109	36.575	57.5
2019	21.187	37.570	56.3

Fonte: Adaptado a partir de Vale (2016a, 2017d, 2018a, 2019b, 2020b).

<sup>15</sup> Em agosto de 2020, o BNDES reduziu a sua participação na empresa de 6,12% para 3,57%, assim como a Previ, cuja participação caiu de 5,03% para 4,98% (Vale, 2020i)

<sup>16</sup> Esse crescimento expressa, em grande medida, a ampliação dos níveis de extração da mina S11D no Pará.

A remuneração da Diretoria Executiva (DE) e dos demais gestores de primeiro escalão também sofreu alterações significativas. Observa-se uma mudança radical na tática de remuneração dos executivos da Vale entre 2016 e 2017, com foco específico em sua parcela variável. A partir de 2017, a remuneração dos executivos adotou a composição a seguir: 27% de remuneração fixa, 27% de remuneração variável (baseada em metas por desempenho)<sup>17</sup> de curto prazo e 46% de remuneração variável (incentivos baseados em ações) de longo prazo (Vale, 2019b), indicando que a parcela variável da remuneração se tornou o mecanismo prioritário da compensação dos executivos (73%)<sup>18</sup>.

Desse modo, às dinâmicas já discutidas de ampliação do peso dos mercados financeiros na obtenção de recursos externos, de mudança organizacional (novo regime de GC) com vistas à adaptação a condições alteradas de crédito, e de priorização da redução de custos operacionais, a Vale agregou uma política de remuneração dos executivos que atrelou seu comportamento a critérios mais rígidos de desempenho operacional e, principalmente, de geração de valor aos acionistas.

## 2.4 VALOR DE MERCADO DA EMPRESA

Como o valor de mercado de uma empresa expressa, em dado momento do tempo, as expectativas dos investidores quanto à lucratividade, sendo representado a partir do preço das ações, é ilustrativo observar sua evolução. De forma surpreendente, é no intervalo entre os desastres provocados pela Samarco em Mariana e pela Vale em Brumadinho que o valor da última no mercado de capitais brasileiro passaria de R\$ 77 bilhões para R\$ 297 bilhões (OLIVO, 2019). Dessa forma, o valor das ações da Vale observou um crescimento relativamente constante ao longo dos anos de 2017 e 2018 na B3, saindo do patamar de R\$ 30,60 no 2º quadrimestre de 2017 (VALE, 2017e, p. 635) para atingir R\$ 56,15 em 24 de janeiro de 2019 (VALE, 2019c), um dia antes do rompimento da Barragem I.

O primeiro pregão da B3 após o desastre em Brumadinho sugeria que os investidores puniriam a corporação, de modo que “as ações da Vale despencaram 24,5%, o que equivale a uma perda de valor de mercado de aproximadamente 72,8 bilhões de reais” (PAIVA E PETRY, 2019). As American Depositary Receipts (ADRs), negociadas pela mineradora na Bolsa de Valores de Nova Iorque (NYSE, cf. sigla em inglês), também perderiam “27,5% do valor”, chegando a US\$ 11,2 em 28 de janeiro (BRANT, 2019). Entretanto, a desvalorização não se manteve ao longo do tempo. Menos de dois meses após o desastre, no dia 13 de março de 2019, as ações já retornavam ao patamar de R\$ 50,70. Durante o ano de 2019, os valores oscilaram entre os patamares de R\$ 40,00 a R\$ 50,00, fechando o ano com o valor de R\$ 53,30 (30 de dezembro de 2019). Em janeiro de 2020, o valor da ação da Vale já retornara ao patamar anterior ao desastre (17/01/2020 – valor de R\$ 56,61)<sup>19</sup> (VALE, 2020e).

<sup>17</sup> Em 2020, a Vale incorporou metas de saúde, segurança e sustentabilidade como parte da remuneração variável dos executivos, (cf. VALE, 2020d).

<sup>18</sup> É importante observar que, em 2015, a remuneração variável (48,8%) já superava a remuneração fixa (42,9%) dos executivos.

<sup>19</sup> Em outubro de 2020, o valor de mercado da empresa encontrava-se no patamar de R\$ 319,9 bilhões, tendo ultrapassado o valor pré-Brumadinho, de R\$ 296 bilhões (J. MOURA, 2020).

Paralelamente à queda do valor de mercado da Vale, analistas financeiros e bancos continuavam a indicar a compra de suas ações, sugerindo que elas se recuperariam devido à interrupção simultânea da Samarco e do Complexo Paraopeba (Seabra, 2019). Mais impressionante, sugeriam que “os investidores da Vale poderiam, inclusive, se beneficiar dos efeitos econômicos do desastre em Brumadinho” (R. S. P. SANTOS E MILANEZ, 2019, p. C7).

Dessa forma, os dados apresentados ilustram o efeito limitado que catástrofes e impactos socioambientais na indústria extrativa mineral exercem sobre o comportamento de seus investidores. Um analista afirmaria que “os investimentos sempre são controlados por preços de *commodities* no mercado, eles não são controlados por acidentes que ocorrem na mineração” (OLIVO, 2019). Dessa forma, a recuperação do valor de mercado da Vale seria quase imediata, com o preço da ação da mineradora retomando sua trajetória de alta em 30 de janeiro de 2019 (PAIVA E PETRY, 2019).

### 3 ESTRATÉGIA DE MERCADO

A estratégia de mercado remete aos padrões geográficos e/ou setoriais de alocação de recursos; aos padrões tecnológicos e à inovação de processo e produto; assim como ao portfólio de ativos e à estrutura de comercialização de bens/serviços da corporação (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 10).

No caso da Vale e, em especial, no que diz respeito ao entendimento das causas e consequências do desastre provocado por ela em Brumadinho, é necessário atentar para os padrões geográficos da extração de minério de ferro no Brasil, com ênfase na estrutura dos sistemas da corporação; assim como para a dimensão da comercialização do principal minério em seu portfólio.

#### 3.1 A DIMENSÃO DA EXTRAÇÃO

A Vale regionaliza a extração do minério de ferro em quatro sistemas no território brasileiro.

O Sistema Norte abrange as minas das serras Norte (N4W, N4E e N5), Leste e Sul (S11C e S11D) (PA), a Estrada de Ferro Carajás (EFC) e o Terminal Portuário de Ponta da Madeira (MA), e abastece os mercados asiático e europeu. Sua importância vem aumentando progressivamente para a companhia, respondendo por 62% (188,7 Mt.) da oferta da Vale em 2019 (VALE, 2020b). Apesar do volume extraído, a disposição de rejeitos de mineração no Sistema Norte ainda é relativamente baixa, em função do alto teor de minério contido nas frentes de lavra. Ainda assim, a Vale mantém seis barragens de rejeitos em Parauapebas e cinco em Canaã dos Carajás (PA) (ANM, 2020).

O sistema integrado sudeste abrange três complexos mineradores. O Complexo de Itabira compreende duas minas, três usinas de beneficiamento e 16 barragens de rejeitos. O Complexo das Minas Centrais abriga duas minas, duas usinas principais e uma secundária, além de 23 barragens; enquanto o Complexo Mariana possui três minas, duas usinas e 23 barragens (ANM, 2020; VALE, 2018a, pp. 31-32). O Sistema Sudeste compreende, ainda, a Estrada de Ferro

Vitória-Minas (EFVM) e o Porto de Tubarão (ES), incluindo o terminal marítimo de minério de ferro (VALE, 2018a, pp. 59-60). Esse sistema respondeu por 24,2% (73,1 Mt.) de todo o ferro extraído pela Vale em 2019 (VALE, 2020b).

O Sistema Sul, terceiro em importância para a Vale, representou 12,5% das operações com ferro da companhia em 2019. Esse sistema compreende também dois complexos mineradores<sup>20</sup>.

O Complexo Vargem Grande reúne cinco minas (Tamanduá, Capitão do Mato, Abóboras Sapecado e Galinheiro) (VALE, 2020b, p. 80), quatro usinas e dez barragens (ANM, 2020). Em fevereiro de 2019, a Vale suspendeu as operações em todo o complexo, obtendo em julho do mesmo ano, autorização da ANM para a retomada parcial das operações. Nesse cenário, em 2019, o Complexo Vargem Grande foi responsável pela extração de 13,1 Mt (34,6 % do total do Sistema Sul)<sup>21</sup> (VALE, 2020b). Não sendo um sistema integrado, a Vale depende, principalmente, da MRS – além da própria EFVM – para o transporte do minério de ferro para o terminal marítimo da Ilha de Guaíba, Itaguaí (RJ) (VALE, 2018a, p. 31). Nesse terminal, o píer de dois berços permite o carregamento de navios com até 350 mil toneladas, de modo que aquele movimentou 21 Mt. em 2019 (VALE, 2020b, p. 73).

O Complexo Paraopeba, localizado na região próxima à Nova Lima, engloba o Complexo Paraopeba I (Mar Azul e Capão Xavier) e o Complexo Paraopeba II (Jangada e Córrego do Feijão)<sup>22</sup>, incluindo três usinas de beneficiamento (VALE, 2018a, p. 67). O complexo possui nove barragens de rejeitos, dentre as quais sete são classificadas como barragens com dano potencial associado elevado (ANM, 2020).

Finalmente, o Sistema Centro-Oeste é composto por duas minas e duas usinas de beneficiamento, localizadas em Corumbá (MS), onde existe demanda local por minério de ferro, também transportado por barcas ao longo do rio Paraguai até portos argentinos, de onde segue para os mercados asiático e europeu<sup>23</sup> (VALE, 2018a, p. 33).

A importância relativa dos sistemas Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste para as operações com minério de ferro da Vale pode ser observada na Tabela 2.2, que apresenta a evolução da participação relativa dos sistemas e complexos mineradores da corporação no período entre 2015 e 2019.

Já em 2015, o Sistema Norte aparecia como o principal da empresa, tendo extraído 129,6 Mt., o equivalente a 37,5% do total. Desde então, esse sistema vinha avançando para ocupar a posição central na rede extrativa da Vale no Brasil, em detrimento dos sistemas Sul e Sudeste. No centro desse movimento se encontra S11D, localizada na Serra Sul, e que extraiu 58,0 Mt. em 2018 (15,0% do total da companhia) e 73,4 Mt em 2019 (24,3% do total da companhia).

<sup>20</sup> Em 2019 a Vale reorganizou o Sistema Sul e eliminou o complexo de Minas Itabirito, que agora faz parte dos complexos de Vargem Grande e Paraopeba (Vale, 2020b, p. 48).

<sup>21</sup> Em 2017 e 2018, a produção foi de 44,3 Mt e 43,1 Mt, respectivamente (VALE, 2020b, p. 49).

<sup>22</sup> As minas de Jangada e Córrego do Feijão vinham sendo objeto de ação dos órgãos de regulação ambiental de Minas Gerais e da Justiça quanto à proteção de cavernas desde 2016 e a Vale registrou o risco de suspensão de cerca de 50% de suas operações antes da ocorrência do desastre (VALE, 2018a, p. 149)

<sup>23</sup> Não foram encontradas informações sobre barragens nesse sistema.

De modo complementar, os sistemas Sul e Sudeste vinham declinando em termos de sua contribuição para a extração de ferro da corporação. Primeiramente, o Sistema Sudeste vinha reduzindo marginalmente o volume extraído, saindo do patamar de 113,0 Mt. (32,7%) em 2015, para 104,4 Mt (27,1%) em 2018. Considerando a depleção qualitativa e quantitativa dessas reservas, sua retração limitada pode ser explicada pelos esforços de inovação tecnológica com vistas ao aproveitamento de itabiritos duros e à recuperação de finos (R. S. P. SANTOS e MILANEZ, 2015).

O Sistema Sul enfrentava questões similares. No entanto, o volume extraído era decrescente, saindo de 98,8 Mt. (28,6%) em 2015 para 84,1 Mt (21,8%) em 2018. A retração se apresentava de modo relativamente equilibrado entre os complexos, mas se acelerou a partir do desastre em Brumadinho.

Finalmente, a diminuta participação do Sistema Centro-Oeste também vinha sendo reduzida, tendo saído de 4,5 Mt. (1,3%) em 2015 para 2,5 Mt (0,6%) em 2018. Esse sistema apresenta limitações referente a suas reservas e a questões logísticas.

Tabela 2.2 - Complexos de extração de minério de ferro da Vale (2015-2019)

Complexos	2015		2016		2017		2018		2019	
	Mt	%								
<b>Total Vale</b>	<b>345,9</b>	<b>100</b>	<b>348,9</b>	<b>100</b>	<b>366,5</b>	<b>100</b>	<b>384,6</b>	<b>100</b>	<b>302</b>	<b>100</b>
<b>Sistema Sudeste</b>	<b>113</b>	<b>32,7</b>	<b>102,7</b>	<b>29,4</b>	<b>108,5</b>	<b>29,6</b>	<b>104,4</b>	<b>27,1</b>	<b>73,1</b>	<b>24,2</b>
Itabira	35,6	10,3	33,4	9,6	37,8	10,3	41,7	10,8	35,9	11,8
Minas Centrais	41,3	11,9	40,9	11,7	37,6	10,3	36,0	9,3	25,9	8,5
Mariana	36,1	10,4	28,4	8,1	33,1	9	26,7	6,9	11,3	3,7
<b>Sistema Sul</b>	<b>98,8</b>	<b>28,6</b>	<b>95,7</b>	<b>27,4</b>	<b>86,4</b>	<b>23,6</b>	<b>84,1</b>	<b>21,8</b>	<b>37,8</b>	<b>12,5</b>
Minas Itabirito	41,4	12	40,1	11,5	36,8	10	/	0,0	/	0,0
Vargem Grande	29,3	8,5	29,2	8,4	23,3	6,4	43,1	11,2	13,1	4,3
Paraopeba	28,1	8,1	26,4	7,6	26,3	7,2	41,0	10,6	24,7	8,1
<b>Sistema Norte</b>	<b>129,6</b>	<b>37,5</b>	<b>148,2</b>	<b>42,5</b>	<b>169,2</b>	<b>46,2</b>	<b>193,6</b>	<b>50,3</b>	<b>188,7</b>	<b>62,4</b>
Serra Norte	127,6	36,9	143,6	41,2	142,7	38,9	135,6	35,2	115,3	38,1
Serra Leste	2	0,6	4,2	1,2	4,3	1,2				
Serra Sul	0	0	0,4	0,1	22,2	6,1	58,0	15,0	73,4	24,3
<b>Sistema Centro-Oeste</b>	<b>4,5</b>	<b>1,3</b>	<b>2,3</b>	<b>0,7</b>	<b>2,4</b>	<b>0,7</b>	<b>2,5</b>	<b>0,6</b>	<b>2,4</b>	<b>0,7</b>
Corumbá	2,8	0,8	1,9	0,5	2,4	0,7	2,5	0,6	2,4	0,7
Urucum	1,7	0,5	0,4	0,1	0	0	0,0	0,0	0	0,0

Fonte: Vale (2020b).

### 3.2 A DIMENSÃO COMERCIAL

Considerando a centralidade assumida pelo Sistema Norte na rede de extração de minério de ferro da Vale, é importante compreender como a Vale vem lidando com seus principais competidores no mercado transoceânico. Assim, a corporação lidera um mercado oligopólico, com

17,2% de *market share* em 2018 se defrontando com outras três grandes corporações, BHP Billiton (12,2%), Rio Tinto (13,0%) e Fortescue (7,4%). Conjuntamente, as quatro responderam por 49,8% da oferta mundial da *commodity* em 2018 (LOF e ERICSSON, 2019).

Especificamente, a corporação tem apostado na inovação de produto em sua estratégia de mercado, de modo que a Vale lançou em 2014 os Brazilian Blend Fines (BRBF), uma mistura de *sinter feed*, com 70% de finos de Carajás (PA) e 30% do Quadrilátero Ferrífero (REVISTA MINÉRIOS & MINERALES, 2015), de modo a competir com produtos similares australianos, como os *Pilbara Blend Fines* (PBF) e os *Newman Fines* (NF), em um nível de preços marginalmente mais baixo (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 11).

A referida “estratégia de *blending*” (VALE, 2017d, p. 20) foi estabelecida como resposta à redução dos preços do minério de ferro no período do pós-*boom*, assim como em reação às transformações na política industrial chinesa – em especial, no que diz respeito à indústria siderúrgica – e seu renovado foco no desempenho ambiental (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 11).

Não obstante, o *blending* ou mistura deve provocar impactos específicos sobre a estratégia de mercado da corporação, em especial no que diz respeito às dinâmicas de depleção quantitativa e qualitativa presentes nos sistemas Sul e Sudeste. De fato, a reestruturação da demanda chinesa em favor de minério de ferro de maior qualidade e com menor teor de impurezas deve reger a expansão do Sistema Norte da Vale, de modo que os demais sistemas devem assumir papéis subordinados na rede.

A importância que os BRBF devem assumir no portfólio de produtos da Vale nos próximos anos pode ser vista através da rede de centros de distribuição que a companhia já estabeleceu na Ásia. Os BRBF estão sendo produzidos e comercializados por meio do centro distribuidor do Terminal Marítimo Teluk Rubiah<sup>24</sup>, na Malásia, além de dezessete centros de distribuição na China (VALE, 2020b, p. 53). Na mesma perspectiva, em 2019, a Vale anunciou um novo produto, o GF88, que consiste em finos de Carajás obtidos por meio de um processo de britagem, abrindo um novo mercado no portfólio de produtos da empresa (VALE, 2020b, p. 53).

Sendo assim, analisar o posicionamento da Vale a partir de suas dimensões de mercado e financeira auxilia a compreender as preferências da empresa nos últimos anos. A avaliação aqui apresentada sugere que, ao buscar se caracterizar como uma “*true corporation*”, a empresa passou a priorizar seu desempenho financeiro em relação às atividades operacionais, privilegiando o pagamento de dividendos aos acionistas sobre outros aspectos corporativos. Além disso, a escolha de gestores vinculados ao mercado financeiro e sem conhecimento específico do setor mineral sugere que este grupo tendia a dar pouca importância às operações, sem se preocupar devidamente com questões ligadas, por exemplo, à segurança das operações em suas instalações.

<sup>24</sup> Em 2019, o Teluk Rubiah embarcou 23,7 Mt de BRBF (VALE, 2020h).

## 4 ESTRATÉGIAS NAS RELAÇÕES DE TRABALHO

### 4.1 RELAÇÕES SINDICAIS

Os sindicatos seriam um dos principais elementos de resistência dos trabalhadores contra o processo de precarização das condições de segurança. Entretanto, no caso da mineração, particularmente da Vale, essa tarefa se mostra cada vez mais desafiadora. Um sindicato fortalecido é capaz de questionar a empresa em relação às condições de trabalho, incluindo a construção, manutenção e o monitoramento de barragens. Contudo, a Vale tem conseguido subordinar as direções sindicais a seus interesses.

O apoio à formação de chapas que disputem a direção dos sindicatos é uma das principais formas de condicionar a atuação dos sindicatos aos interesses da empresa. Outra forma de limitar a autonomia das organizações sindicais é a ameaça e efetiva demissão de funcionários que se disponham a formar chapas de oposição. Assim, apesar de importantes exceções, a tática de cooptação por parte da Vale tem atingido relativo sucesso (cf. MILANEZ *et al.*, 2018, p. 25).

O desequilíbrio nas relações de forças entre a Vale e os sindicatos com as quais se relaciona no Brasil foi intensificado a partir da Reforma Trabalhista de 2017. O fim da obrigatoriedade da contribuição sindical<sup>25</sup> diminuiu consideravelmente a arrecadação dos sindicatos dos trabalhadores. Nesse contexto, os sindicatos passaram a encontrar dificuldades crescentes para pressionar e garantir que a Vale mantenha o nível dos investimentos em saúde e segurança do trabalhador.

Nesse sentido, a produção física de minerais ferrosos cresceu de forma constante entre 2015 e 2018, o que sugere uma ampliação ou intensificação de suas operações. Ao mesmo tempo, a receita de vendas líquida da empresa nesse segmento foi ampliada em quase 70% no mesmo intervalo. Por outro lado, apesar do rompimento da barragem de Fundão em 2015, os investimentos estimados na manutenção das operações de saúde e segurança não acompanharam a inflexão da produção. Em 2015, 2016, 2017 e 2018 foram investidos, respectivamente, US\$ 420 milhões, US\$ 317 milhões, US\$ 186 milhões e US\$ 408 milhões<sup>26</sup> (VALE, 2015a, 2016b, 2017e, 2018c)<sup>27</sup>. Verifique-se, assim, que os investimentos em saúde e segurança foram irregulares entre os referidos anos, mesmo diante da expansão da produção e de um desastre de barragem.

Além do esforço de gestão da crítica pelas direções sindicais, a Vale ampliou as formas de terceirização do trabalho, diminuindo a capacidade de negociação e resistência dos sindicatos (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 26). Dessa forma, a decadência dos sindicatos acabou também por enfraquecer a fiscalização do ambiente de trabalho feita pelos próprios trabalhadores.

<sup>25</sup> A contribuição ou imposto sindical é um tributo anual a ser pago pelo trabalhador para custear as atividades do sindicato de sua categoria. Antes da Reforma, a contribuição sindical era obrigatória e, desde então, passou a ser opcional.

<sup>26</sup> O aumento do valor em 2018 teve como um dos fatores o Projeto CLN S11D, que ampliou a capacidade logística do Sistema Norte para apoiar a mina S11D.

<sup>27</sup> Considerando o câmbio médio anual (Banco Central do Brasil, 2020), esses valores corresponderam a aproximadamente R\$ 1,4 bilhão, R\$ 1,1 bilhão, R\$ 593 milhões e R\$ 1,5 bilhão.

## 4.2 RELAÇÕES DE TRABALHO

Nas relações de trabalho, a utilização de formas de contratação terceirizadas e quarteirizadas assume centralidade nas táticas da Vale. A terceirização e a subcontratação tendem a reduzir a sindicalização dos trabalhadores e serem acompanhadas pela flexibilização e deterioração das condições de trabalho. Sendo assim, o trabalhador é submetido a uma rotina intensa com exigências extenuantes de produtividade (MANSUR *et al.*, 2016; MILANEZ *et al.*, 2018; XAVIER E VIEIRA, 2016).

A terceirização na empresa abrange boa parte das relações de trabalho e é central para a redução de custos. Segundo a Vale (2018e, p. 39), em 2015, o total de trabalhadores era de 166,3 mil, sendo 74,1 mil (44,6%) próprios e 92,2 mil (55,4%) terceirizados. Dois anos mais tarde, em 2017, o total de empregados havia sido reduzido para 130,6 mil, dos quais 73,6 mil (56,4%) próprios e 57,0 mil (43,6%) terceirizados. Essa queda no número de funcionários total e, especialmente, terceirizados, se deve à desmobilização gerada pela conclusão da expansão do Projeto S11D, em Carajás, uma vez que a utilização de terceirizados é mais intensa em obras de construção, ampliação e reforma de infraestrutura.

Do mesmo modo, em 2019, a Vale totalizava 149,3 mil trabalhadores, sendo 71,1 mil próprios (47,6%) e 78,2 mil terceirizados (52,3%)<sup>28</sup> (VALE, 2020f, p. 76). Esse aumento no número de trabalhadores, em relação a 2017, é explicado pelo contingente incorporado nas obras de reparação em Brumadinho, após o rompimento da Barragem I. Observa-se que quando há inversão na proporção entre trabalhadores próprios e terceirizados, como em 2017, o mesmo não se deve a uma política de primarização da empresa, mas sim à maior vulnerabilidade dos contratos de trabalhos dos terceirizados.

No caso específico do rompimento da Barragem I, as decisões da Vale com relação à instalação de sua infraestrutura de apoio impactaram de maneira decisiva seus trabalhadores, bem como a forma como foram realizadas as negociações com as famílias dos trabalhadores mortos pelo desastre.

Sendo assim, a avaliação das estratégias sindicais e de relações de trabalho criadas pela empresa mostra o uso de diferentes táticas de enfraquecimento dos sindicatos e de precarização da mão de obra. Tais práticas têm sido efetivas em limitar, de forma institucionalizada, a influência dos trabalhadores sobre a Vale, reduzindo sua capacidade de alertar os tomadores de decisão a respeito de eventuais problemas de segurança na operação das barragens.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo analisou a Vale e suas estratégias financeiras, de mercado e de trabalho. No que se refere à estratégia financeira, avaliou-se as alterações estruturais relacionadas à intensificação do processo de financeirização da empresa. Assim, identificou-se o papel cada vez mais central dos mercados financeiros na orientação das atividades operacionais da firma, de modo

<sup>28</sup> Como nos anos anteriores, o Brasil concentra a maior parte da mão de obra da empresa. Em 2019, do total de trabalhadores, 75,6% atuavam no Brasil, a maioria em Minas Gerais e no Pará, que, juntos, representavam 70,7% do efetivo nacional (VALE, 2020f, p. 76).

que o comportamento de seus gestores passou a ser cada vez mais condicionado por agentes e instituições financeiras, favorecendo a geração de valor aos acionistas. Em sua trajetória para tornar-se uma “*true corporation*”, a empresa passou a priorizar seu desempenho financeiro, privilegiando o pagamento de dividendos aos acionistas e sua capacidade de acessar recursos em mercados de capitais sobre outros aspectos corporativos.

A estratégia de mercado deu ênfase aos padrões geográficos da extração do ferro no Brasil, destacando os quatro sistemas da corporação e a transição da posição central dos sistemas Sul e Sudeste para o Sistema Norte, através da mina S11D. Além disso, enfocou a utilização de estratégias de diversificação de produtos, com o desenvolvimento do BRBF e GF88, com vistas a lidar com as mudanças na competição – e em tentativas estatais de coordenação – no mercado de minério de ferro. Tais mudanças estão relacionadas a alterações no regime de preços dos bens minerais, e se somaram à financeirização da corporação, tornando as condições operacionais ainda mais desafiadoras desde o início do pós-*boom* das *commodities*.

Finalmente, a dimensão do trabalho se mostrou essencial para entender o desastre no rio Paraopeba como um acidente ampliado de trabalho. As relações de trabalho promovidas pela empresa utilizaram, de um lado, formas de contratação terceirizadas, que tenderam a reduzir a sindicalização e foram acompanhadas pela flexibilização e deterioração das condições de trabalho; assim como enfocaram a subordinação das direções sindicais, restringindo, de forma institucionalizada, a influência dos trabalhadores sobre a empresa e sua capacidade de alertar as autoridades públicas sobre eventuais problemas operacionais da corporação.

# ANTECEDENTES INSTITUCIONAIS E PSEUDORRESPOSTAS DO GOVERNO DE MINAS GERAIS AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM I

LUCAS MAGNO  
BRUNO MILANEZ

## 1 AS ESTRATÉGIAS INSTITUCIONAIS DA VALE

Em Milanez *et al.* (2018), definimos estratégias institucionais como um conjunto de ações utilizadas por uma corporação na tentativa de exercer influência regulatória forte e consistente, e, dentre elas, destacamos o *lobby*, o financiamento de campanhas eleitorais e a “porta giratória”. Para além de questões comuns aos demais setores, como regulação trabalhista e de investimento, apontamos que estas estratégias têm particular importância no caso do setor extrativo porque “[...] tem a ver com o fato de o Estado definir os parâmetros ambientais de operação (muito relevantes no caso da mineração) e ter o monopólio do acesso aos bens minerais” (MILANEZ *et al.*, 2018, p. 20).

Com relação à força do *lobby*, Angelo (2019) descreveu que, em 2014, representantes da Vale participaram de reunião com servidores do estado para discutir regras de simplificação e aceleração de processos de licenciamento ambiental. Sugestões discutidas junto à mineradora, a exemplo das transformações do licenciamento trifásico em licenciamento concomitante, constavam no Projeto de Lei (PL) nº 2.943/2015 que foi aprovado pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG)

Com relação ao financiamento de campanhas por empresas mineradoras, C. R. Oliveira (2015) fez ampla avaliação da eleição em 2014, última em que o financiamento foi possível. Tanto nas campanhas ao governo federal quanto ao estadual, os candidatos receberam grande quantidade de recursos de mineradoras, incluindo o governador eleito em Minas Gerais, Fernando Pimentel (PT), que recebeu R\$ 1,5 milhão da Vale (MACIEL, 2019). Grande parte dos deputados estaduais eleitos em

Minas Gerais também recebeu recursos financeiros de mineradoras em suas campanhas. Segundo Guimarães, Milanez, e Ribeiro (2018), dos 77 eleitos em 2014, apenas 19 não receberam doação de empresas de mineração, ou seja, aproximadamente 75% deles foram financiados pelo setor mineral. Cabe destacar que, na legislatura de 2014-2018, boa parte destes deputados ocuparam cargos em comissões específicas relacionadas à atividade de mineração ou ao meio ambiente.

Outra estratégia institucional que se tornou evidente foi a atuação junto aos conselhos deliberativos de política ambiental. A Vale usou dessa estratégia no estado de Minas Gerais, particularmente na Unidade Regional Colegiada (URC) Leste Mineiro do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e nos comitês de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Santo Antônio; com funcionários ocupando vagas de suplente e titulares nestes espaços (MILANEZ *et al.*, 2018). Destaca-se que a URC Leste Mineiro do COPAM respondia por processos de licenciamento ambiental de empreendimentos minerários na região do Quadrilátero Ferrífero, e as bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Santo Antônio abrangem áreas de municípios com empreendimentos da Vale e de outras mineradoras.

Portanto, argumentamos neste texto que as grandes corporações do setor mineral, em especial a Vale, amparando-se em estratégias institucionais, vêm nos últimos anos criando condições e liberdade política, em diferentes esferas do governo, para fazer escolhas que lhes sejam mais favoráveis e, assim, influenciar o planejamento estatal e projetos de lei relativos à mineração ou correlatos a esta atividade. Conforme apontou Acselrad (2013), a força econômica destas corporações se transformou diretamente em força política, já que elas praticamente habilitaram-se a ditar as configurações ambientais do país, e particularmente no estado de Minas Gerais esse processo se mostrou de forma explícita.

## 2 AS RESPOSTAS INSTITUCIONAIS AO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DE FUNDÃO: FLEXIBILIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE GRANDES EMPREENDIMENTOS

Em Minas Gerais, desde 2015, diferentes projetos de lei relacionados ao licenciamento e fiscalização de barragens de rejeito foram apresentados na ALMG<sup>1</sup>. Entre eles, aquele apresentado pelo governo estadual, o PL nº 2.946/2015, foi aprovado pela casa legislativa mineira apenas vinte dias após o rompimento da barragem de Fundão.

Esse PL sugeria alterações significativas em procedimentos políticos-administrativos no Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA). Depois de aprovado na ALMG,

<sup>1</sup> Foram apresentados por uma comissão extraordinária da ALMG ou por iniciativa popular os seguintes projetos de lei relacionados ao licenciamento e fiscalização de barragens: PL nº 3.676/2016, PL nº 3.695/2016 e PL nº 5.316/2018 (MINAS GERAIS, 2016e, 2016f, 2018b). Todos tiveram tramitação muito lenta, e o PL nº 3.695/2016, justamente aquele de iniciativa popular conhecido como “Mar de Lama Nunca Mais”, teve substitutivo rejeitado pela Comissão de Minas e Energia em 2018 (MPMG, 2019c). Somente em 2019, após o rompimento da Barragem I, foi aprovado o PL nº 3.676/2016, que se aproximava da proposta do PL 3.695/2016. Este projeto de lei foi sancionado em fevereiro de 2019, na forma da Lei nº 23.291/2019.

no dia 21 de janeiro de 2016, o então governador, Fernando Pimentel (PT), sancionou a Lei nº 21.972/2016 (Minas Gerais, 2016d) que (re)organizava o SISEMA (MACIEL, 2019). Com isso, o processo de licenciamento ambiental em Minas Gerais, que já recebia duras críticas (CARNEIRO, 2005; LASCHEFSKI, 2011; ZHOURI, LASCHEFSKI, e PAIVA, 2005) se tornou ainda mais flexível, atendendo anseios do setor empresarial, em especial das mineradoras.

Em Minas Gerais, o SISEMA é composto por autarquias de suporte técnico como a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF); e órgãos relacionados à política ambiental estadual, a exemplo do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH/MG).

A FEAM, através das Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAMs)<sup>2</sup>, atua em processos de regularização e licenciamento ambiental, emitindo pareceres sobre Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) e documentações correlatas que embasam deliberações do COPAM e de suas Unidades Regionais Colegiadas (URCs); e, em articulação com órgãos federais, estaduais e municipais, fiscaliza as atividades poluidoras/degradadoras do meio ambiente (ZHOURI *et al.*, 2005).

Já o COPAM é órgão responsável por formular normas técnicas e padrões de qualidade ambiental, por autorizar implantação e operação de atividades que impactam o meio ambiente e pela aprovação de normatizações e diretrizes para o licenciamento ambiental em Minas Gerais. Criado em 1977, o COPAM é anterior à Política Nacional do Meio Ambiente e ao próprio Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e, de certa maneira, referência para este último. De sua criação até hoje, o órgão passou por muitas mudanças de estrutura, composição e de competências, apresentando ora uma organização descentralizada em URC's, ora mais centralizada<sup>3</sup>. Contudo, de modo geral o COPAM, desde suas origens, tem uma estrutura tripartite formada por membros da tecnoburocracia ambiental do estado (técnicos de órgãos do executivo estadual) que têm grande influência nas decisões; por entidades da sociedade civil e por representantes do setor empresarial mineiro (CARNEIRO, 2005).

De acordo com o Decreto Estadual nº 46.953/2016 (MINAS GERAIS, 2016b), a composição do COPAM deve observar a representação paritária entre poder público e sociedade civil,

<sup>2</sup> Ao todo, são nove SUPRAMs distribuídas de acordo com as regiões administrativas do estado de Minas Gerais e com sedes nos seguintes municípios: Belo Horizonte (SUPRAM - Central Metropolitana), Divinópolis (SUPRAM - Alto São Francisco), Diamantina (SUPRAM - Jequitinhonha), Governador Valadares (SUPRAM - Leste Mineiro), Montes Claros (SUPRAM - Norte de Minas), Varginha (SUPRAM - Sul de Minas), Uberlândia (SUPRAM - Alto Paranaíba), Ubá (SUPRAM - Zona da Mata) e Unai (SUPRAM - Noroeste de Minas).

<sup>3</sup> O COPAM, até 2007, funcionava de forma centralizada a partir de Câmaras Técnicas. Porém, de 2007 a 2015, ele passou a funcionar de forma descentralizada através de URCs. Com a Lei nº 21.972/16 e com o Decreto Estadual nº 46.953 publicado em 11 de março de 2016, novamente o COPAM foi centralizado e operacionalizado, principalmente, a partir de Câmaras Técnicas Especializadas. Destaca-se que com esta centralização, a sociedade civil atuante nos locais de instalação das atividades ou empreendimentos de grande porte e potencial poluidor perderam espaço de participação política, uma vez que as reuniões das Câmaras Técnicas Especializadas são todas em Belo Horizonte, distante, às vezes, mais de 500 Km dos municípios onde serão implementados os empreendimentos; ao passo que as grandes empresas, sobretudo as mineradoras, têm sede administrativa na capital do estado, participando das reuniões ou influenciando o posicionamento de conselheiros.

assegurando a participação dos setores produtivo, técnico-científico e de defesa ambiental nas Câmaras Técnicas Especializadas (CTEs)<sup>4</sup> e nas URCs. Além disso, ao Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG) é garantido uma cadeira apenas nas URCs e na Câmara Normativa e Recursal (CNR).

A Lei nº 21.972/2016 e o Decreto Estadual nº 46.953/2016 excluíram o MPMG das CTEs, sugerindo que em sua decisão o governo de Minas Gerais restringiu o poder deste órgão na fiscalização de processos de licenciamento ambiental, uma vez que ele apenas pode atuar como entidade externa, após a tomada de decisão das CTEs. Alvo de duras críticas desde quando ainda se tratava de um projeto de lei (FERREIRA, 2015), esta proposta simplesmente retirou um baluarte na análise jurídica e técnica dos processos de licenciamento ambiental que, inclusive, compensava fragilidades do SISEMA.

Com a saída dos promotores, a Câmara de Atividades Minerárias (CMI) do COPAM, por exemplo, ficou com a seguinte composição: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SEDECTES); Secretaria de Estado de Governo (SEGOV); Secretaria de Estado de Casa Civil e de Relações Institucionais (SECCRI); Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG); Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Departamento Nacional de Produção Mineral – Superintendência/MG (substituído pela Agência Nacional de Mineração-ANM); Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM); Sindicato da Indústria Mineral do Estado de Minas Gerais (SINDIEXTRA); Federação das Associações Comerciais e Empresariais do Estado de Minas Gerais (FEDERAMINAS); Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas (FONASC-CBH); Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG); e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA/MG). Tal composição explica, em boa medida, a existência de apenas um voto contrário à aprovação da licença ambiental das novas operações, então previstas, para o Complexo Paraopeba II em Brumadinho/MG em reunião desta câmara em dezembro de 2018, justamente o da representante da sociedade civil, o FONASC-CBH.

Além disso, com o Decreto Estadual nº 47.042/2016 (Minas Gerais, 2016c), a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) passou a contar também com uma Superintendência de Projetos Prioritários (SUPPRI) na Subsecretaria de Regularização Ambiental (SURAM), que teria o papel de analisar processos de licenciamento de empreendimentos ou atividades consideradas prioritárias em razão da sua relevância para a proteção ambiental ou para o desenvolvimento social e econômico de Minas Gerais. A SUPPRI, portanto, pode interferir diretamente no licenciamento de determinados empreendimentos, em especial naqueles

<sup>4</sup> As CTEs são responsáveis pelo conhecimento setorial e por formularem normas e diretrizes para cada uma de suas áreas. Além disso, também são de sua competência a decisão quanto à concessão ou não de licenças ambientais de determinado empreendimento, quando possuem elevado potencial de dano ambiental, ou são classificados como prioritários pelo governo estadual. Em 2019, existiam sete Câmaras Técnicas Especializadas no COPAM, a saber: de Políticas de Energia e Mudanças Climáticas (CEM); de Proteção à Biodiversidade e de Áreas Protegidas (CPB); de Atividades Minerárias (CMI); de Atividades Industriais (CID); de Atividades Agrossilvipastoris (CAP); de Atividades de Infraestrutura de Transporte, Saneamento e Urbanização (CIF); e de Atividades de Infraestrutura de Energia (CIE).

considerados de interesse do governo do estado, influenciando pautas de reuniões do COPAM e se sobrepondo aos técnicos da FEAM.

No âmbito da SUPPRI, os projetos são definidos como prioritários pelo Grupo de Coordenação de Políticas Públicas de Desenvolvimento Econômico Sustentável (GCPPDES), composto por cinco secretarias de governo, pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais (INDI) e coordenado pela Secretaria da Fazenda. A composição do GCPPDES fundamentalmente com representantes de secretarias de governo ou de órgãos ligados ao Poder Executivo estadual revela que, mesmo havendo diferenças ou divergências de posturas, valores e propostas entre os componentes em determinadas pautas, sua unidade é facilmente obtida “a partir de cima”. Um exemplo disso é que o ex-secretário da Fazenda do governo Pimentel (PT), José Afonso Bicalho, além de coordenador do GCPPDES, também era membro do Conselho Fiscal da CEMIG, sócia da Vale na Aliança Geração de Energia, e influenciou o licenciamento ambiental de sete projetos desta mineradora, todos declarados como prioritários pela SUPPRI (MACIEL, 2019). Aliás, segundo Bertoni (2019), até agosto de 2018 mais de um quarto dos projetos classificados como prioritários pelo governo de Minas Gerais eram da Vale, entre eles o do Complexo Paraopeba II<sup>5</sup>. O resultado é um deslocamento do poder de decisão, que acaba se mantendo nos altos escalões do governo e reproduzindo hierarquias e interesses políticos.

Pode-se dizer, portanto, que a composição do GCPPDES revela uma perspectiva pró-crescimento econômico e dificilmente questionará projetos minerais, em detrimento da proteção ao meio ambiente. O mesmo argumento pode ser estendido à composição da CMI do COPAM, já que a paridade numérica, preconizada em sua composição, não necessariamente representa paridade política<sup>6</sup>.

Contudo, para além das mudanças postas com a Lei nº 21.972/2016 e com os decretos citados, as modificações colocadas pela Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 217/2017 (COPAM, 2017) também são importantes para entender as alterações recentes no processo de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais, sobretudo no que tange aos empreendimentos minerários. Essa DN definiu, dentre outras coisas, modalidades de licenciamento às quais estariam sujeitos os empreendimentos, as suas classes segundo porte e potencial poluidor/degradador e incluiu critérios locais que interferem na classificação dos mesmos.

Com relação às modalidades de licenciamento, as alterações se deram na substituição da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) pelo Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS) para empreendimentos de pequeno porte e potencial poluidor/degradador, que é realizado em

<sup>5</sup> Conforme Parecer Único Nº 0786757/2018 SUPPRI/SURAM/SEMAD, em 10 de janeiro de 2017 foi realizada a 18ª reunião do Grupo de Coordenação de Políticas Públicas de Desenvolvimento Econômico Sustentável, na qual foi apresentado pelo Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais (INDI), para deliberação de prioridade, o projeto Córrego do Feijão, do empreendedor Vale S.A, conforme determinam o §1º do art. 5º da Lei 21.972/2016 e a Deliberação GCPPDES Nº 1, DE 27 de março de 2017.

<sup>6</sup> Para uma discussão crítica acerca da composição do COPAM e da oligarquização da política ambiental mineira, consultar Carneiro (2005).

uma única etapa, mediante cadastro de informações relativas à atividade junto ao órgão ambiental competente; ou pela apresentação do Relatório Ambiental Simplificado (RAS) contendo apenas a descrição da atividade e as respectivas medidas de controle ambiental. Já o Licenciamento Ambiental Trifásico (LAT) para empreendimentos de grande e médio portes e potencial poluidor/degradador, com expedição sucessivas das Licença Prévia (LP), Licença Instalação (LI) e Licença Operação (LO), passou a ser possível simultaneamente em apenas uma única fase por meio do Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC), antes possível apenas em duas etapas (LP+LI ou LI+LO)<sup>7</sup>.

No que diz respeito às classes dos empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, a DN COPAM nº 217/2017 criou um enquadramento possível em seis classes que relaciona o porte e o potencial poluidor do empreendimento segundo uma matriz de impacto que conjuga as variáveis água, ar e solo. Assim, por exemplo, um empreendimento de pequeno porte (P) e grande (G) potencial poluidor em relação à variável solo seria enquadrado na classe 4 (anteriormente, a partir da DN COPAM 74/2004, ele poderia ser classificado entre as classes 3 e 5). Portanto, a DN alterou significativamente critérios de risco de alguns empreendimentos, permitindo, inclusive, redução de etapas de licenciamento ambiental e sua reclassificação em termos de potencial poluidor/degradador. Assim, ao invés de passarem obrigatoriamente pelo LAT, grandes empreendedores poderiam obter as licenças ambientais (LP, LI e LO) concomitantemente.

Essa DN definiu ainda, para fins de planejamento do empreendimento ou atividade potencialmente poluidora/degradadora, a necessidade de verificação de incidência ou não de critérios locais e de critérios de vedação ou restrição. Para isso, a empresa deve acessar o Sistema Informatizado de Dados Espaciais do SISEMA (IDE), no qual estão disponíveis dados georreferenciados sobre tais critérios no estado de Minas Gerais, e verificar se sua atividade tem incidência de um ou alguns deles.

Os critérios locais de enquadramento dos empreendimentos têm pesos diferentes. Por exemplo, localização de uma atividade poluidora em Unidade de Conservação tem peso 2, já se ela incidir apenas na sua zona de amortecimento tem peso 1. Em relação aos critérios de vedação ou restrição de um empreendimento, a DN COPAM nº 217/2017 menciona nove, que vão desde a intervenção em área de segurança portuária (restritivo) a incidência em terras indígenas (critério de vedação).

A Tabela 3.1 apresenta a matriz de fixação da modalidade de licenciamento ambiental a que o empreendimento pode se submeter, a depender dos critérios locais, do porte e do potencial poluidor/degradador. A partir desta matriz ocorre a classificação do empreendimento no estado de Minas Gerais, que indicaria o tipo de processo de licenciamento ambiental a que ele estaria sujeito e qual esfera pública (COPAM, URC, município, etc.) seria responsável pela aprovação das licenças.

<sup>7</sup> Na modalidade LAC, segundo DN COPAM nº 217/2017, a licença é emitida conforme os seguintes procedimentos: i) análise, em uma única fase, das etapas de LP, LI e LO da atividade ou do empreendimento, denominada LAC1; ou ii) análise, em uma única fase, das etapas de LI e LO do empreendimento, com análise posterior da LO; ou ainda, análise da LP com posterior análise concomitante das etapas de LI e LO do empreendimento, denominada LAC2.

Por exemplo, empreendimentos classes 1 e 2 passariam pelo LAS e teriam de apresentar apenas o protocolo do RAS em uma das unidades da SUPRAM. Sendo que eles, de acordo com o Decreto Estadual nº 46.937/2016 (MINAS GERAIS, 2016a), poderiam ser licenciados também na esfera municipal. Já empreendimentos sujeitos à LAC1 ou à LAC2 são os de pequeno porte (P) e grande potencial poluidor (G), de médio porte (M) e potencial poluidor (M) e de grande porte e pequeno potencial poluidor (G) – os de classe 3, 4 e 5, sendo que os de classe 4 e 5 seriam licenciados no âmbito das CTEs do COPAM e os de classe 3 no âmbito das URC's. Por fim, temos ainda os empreendimentos sujeitos à LAT, que seriam, por exemplo, os de grande porte e potencial poluidor e de médio porte e potencial poluidor (classes 5 e 6), todos licenciados no âmbito das CTEs.

Tabela 3.1 - Matriz de fixação da modalidade de licenciamento ambiental em Minas Gerais

		Classe por porte e potencial poluidor/degradador					
		1	2	3	4	5	6
Critérios locaionais de enquadramento	0	LAS - Cadastro	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2
	1	LAS - Cadastro	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT
	2	LAS - RAS	LAC1	LAC2	LAC2	LAT	LAT

Fonte: COPAM (2017).

Porém, os exemplos apresentados nos parágrafos anteriores devem levar em consideração ainda os critérios locais e critérios de vedação ou restrição, decisivos na classificação do empreendimento e do enquadramento do processo de licenciamento a que seria submetido; bem como para definir quais órgãos seriam ouvidos (Fundação Nacional do Índio, conselhos gestores de Unidade de Conservação etc.) e para qual esfera da política ambiental mineira ele seria encaminhado.

O número de possibilidades e arranjos descritos acima demonstram a complexidade da aplicação da legislação sobre licenciamento ambiental em Minas Gerais. Todavia, a aplicação desse arranjo está sujeita ainda à discricionariedade da SUPRI. Nos termos da Lei nº 21.972/2016 e do Decreto Estadual 47.042/2016, caso este órgão considere o empreendimento prioritário, a avaliação técnica é feita pela sua própria equipe e a decisão tomada por uma das CTEs do COPAM, em Belo Horizonte, independentemente de qual regional da SUPRAM foi protocolado o Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCEI)<sup>8</sup>.

Ainda, em março de 2018, a SEMAD publicou a Instrução de Serviço Sisema 01/2018 que definia os procedimentos para aplicação da DN COPAM nº 217/2017 (ASNOP/SISEMA, 2018). Além de detalhar muitas das práticas estabelecidas pela DN, essa instrução teve como particularidade

<sup>8</sup> Com relação às atividades de mineração, a exceção de areia e cascalho para construção civil, cascalho e rocha para brita, areia fora de curso d'água para obras viárias e de infraestrutura (inclusive da administração pública), argila para cerâmica e extração de água mineral e potável de mesa, todas têm que passar pela Câmara de Atividades Minerárias (CMI) do COPAM pelo fato de serem consideradas de grande potencial poluidor no caso da variável solo ou, no caso das barragens de rejeitos, das variáveis solo e água.

permitir que a ampliação de projetos existentes pudesse ser licenciada por LAC1 ou LAS, mesmo que originalmente o projeto exigisse LAT.

O Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE/MG), em ação de auditoria na SEMAD no ano de 2017, fez críticas à possibilidade de processo concomitante de licenciamento ambiental (LAC) de atividades de mineração e sobre o poder de discricionariedade da SUPPRI, argumentando que a extração mineral é uma atividade que necessita de licenciamento trifásico e que a falta de definições na adoção de padrões, normas e critérios técnicos e metodológicos específicos para empreendimentos minerários afrontam o princípio constitucional da eficiência e pode levar a análises equivocadas (TCEMG, 2017).

O TCE/MG concluiu ainda que o SISEMA, tal como consta na Lei nº 21.972/2016, não está estruturado adequadamente para conceder licenças ambientais, tampouco, renová-las no caso de empreendimentos minerários. Ou seja, um dos estados com maior peso do setor mineral na sua pauta exportadora não estaria preparado, segundo um órgão de controle do próprio estado, para licenciar empreendimentos minerários.

Portanto, deve-se levar em conta que somente foi permitido à Vale operar de forma precária no que tange à instalação de seus empreendimentos e à fiscalização devido à fragilidade institucional presente nos processos de licenciamento ambiental em Minas Gerais. Dito de outra forma, devido à institucionalização no SISEMA/SEMAD do *lobby*, do financiamento de políticos e da ocupação de conselhos deliberativos, estratégias institucionais de mineradoras agora estão, de certa maneira, amparadas em leis e decretos publicados pelo governo do estado.

Em síntese, o que argumentamos é que a sequência de alterações legais e institucionais ocorridas no estado de Minas Gerais a partir de 2015 reduziu ainda mais o rigor no processo de licenciamento ambiental. Essa diminuição do poder institucional deve ser considerada um fator importante na redução da capacidade dos órgãos de controle ambiental de analisar mais detalhadamente condições de elevação de riscos associados às atividades extrativas.

### 3 AS (PSEUDO-)RESPOSTAS INSTITUCIONAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS AO ROMPIMENTO DA BARRAGEM I<sup>9</sup>

Após o rompimento da Barragem I do Complexo Paraopeba II, uma série de medidas legais foram adotadas, sob a justificativa de ser necessário evitar que novos desastres de mesma natureza voltassem a ocorrer. Apesar de promessas semelhantes terem sido feitas após o rompimento da barragem de Fundão, muitas das quais não concretizadas a tempo, no caso da Barragem I, as medidas apresentaram, em maior ou menor grau, alguma concretude. Todavia, elas ainda se mostram insuficientes e careceram de diálogo com a população atingida. Nesta Seção discutimos brevemente

<sup>9</sup> Para uma análise sobre as alterações ocorridas em nível federal, sugerimos a leitura de Milanez *et al.* (2019); Milanez e Wanderley (2020).

o conteúdo e as limitações das alterações implementadas pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.765/2019 (30/01/2019) e pela Lei Estadual 23.291/2019 (25/02/2019)<sup>10</sup>.

Dentre as medidas legais tomadas, a primeira foi a Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.765/2019 (SEMAD e FEAM, 2019), publicada cinco dias após o rompimento da Barragem I. Considerando a celeridade na elaboração da publicação, a superficialidade como trata o tema e a ausência de debate público em sua elaboração, esta medida se mostrou ineficaz para construir uma solução para o problema.

Em seu artigo 1º, a Resolução define que “[fica] determinada a descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos que utilizem ou que tenham utilizado o método de alteamento para montante, provenientes de atividades minerárias, existentes em Minas Gerais, na forma desta resolução”. Em seguida, em seu artigo 2º, a norma estabelece descaracterização como “processo no qual a barragem deixa de possuir as características de barragem, ou seja, passa a não operar como estrutura de contenção de rejeito, sendo destinada à outra finalidade”. A partir dessas definições a Resolução passar a definir prazos e condições para que as empresas mineradoras se adequem, tanto na condição de barragens inativas, quanto em operação.

A questão da superficialidade se identifica pelos poucos aspectos tratados na Norma, como será notado a partir da avaliação da Lei nº 23.291/2019. Ela também se mostra pela definição adotada da expressão “descaracterização”. Uma vez que se optou por não usar o termo “descomissionamento”, entende-se que essa definição também permite a inclusão da simples desativação da barragem. A partir dessa compreensão, a norma não estabelece, por exemplo, condições para essa desativação, as referências técnicas, nem o tempo esperado para o monitoramento da estabilidade da barragem após a sua “descaracterização”.

A segunda norma publicada em decorrência do rompimento da Barragem I foi a Lei Estadual 23.291/2019 publicada pelo estado de Minas Gerais, em 25 de fevereiro de 2019 (MINAS GERAIS, 2019). Diferente da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM, esta lei se mostrou um instrumento mais amplo para tentar reduzir os riscos associados à construção e operação de barragens de rejeito, porém fragilidades passaram a ser criadas a partir de sua regulamentação.

Esta lei teve sua origem no projeto de lei de iniciativa popular “Mar de Lama Nunca Mais” (PL 3.695/2016), proposto logo após o rompimento da barragem de Fundão. Apesar da comoção popular criada pelo desastre na bacia do rio Doce, o PL 3.695/2016 se arrastou pelas comissões da Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) por três anos, além de ter sido alterado em vários aspectos até sua quase descaracterização. De acordo com o Deputado Rogério Correia (cf. C. SAMPAIO, 2019), tais dificuldades vinham sendo criadas por deputados influenciados pelo *lobby* de mineradoras. Após o rompimento da Barragem I, entretanto, a questão voltou à pauta da ALMG e a pressão popular foi tão intensa que garantiu a aprovação de um projeto de lei bastante próximo à proposta inicial do PL 3.695/2016.

<sup>10</sup> Uma análise detalhada e comparativa dessas três normas está além dos objetivos dessa publicação, devendo ser realizada em oportunidade futura.

Em grande parte, essa lei foi construída de forma a evitar que erros e falhas institucionais associados ao rompimento da barragem de Fundão e da Barragem I viessem a se repetir futuramente. Assim, em seu art. 6º ela obriga que a instalação, o funcionamento, a ampliação e o alteamento de barragens sejam necessariamente licenciados pela modalidade trifásica (LAT), impedindo licenciamento concomitante (LAC2 e LAC1). Para a obtenção da Licença Prévia (LP), a empresa mineradora passa a ter que apresentar o projeto da barragem em sua cota final (art. 7º), evitando que o projeto seja fatiado, o que normalmente oculta os impactos e riscos totais das barragens. Ainda, para obtenção da Licença de Operação (LO), as mineradoras precisam ter uma caução ambiental como garantia da recuperação socioambiental para casos de desastres ou para desativação da barragem; além disso, é necessário apresentar o projeto final da barragem como construído (*as built*) (art. 7º).

A lei também estabelece que as audiências públicas envolvendo o licenciamento das barragens deverão incluir a participação de pessoas dos municípios situados ao longo da bacia hidrográfica (art. 7º). No art. 12, ela veda o licenciamento ambiental para a construção, instalação, ampliação ou alteamento de barragens que coloquem comunidades dentro da Zona de Autossalvamento (ZAS). O art. 13, por sua vez, proíbe a licença para operação ou ampliação de barragens com alteamento a montante. Com relação à descaracterização das barragens, a lei, também no art. 13, adota a terminologia da Portaria DNPM nº 70.389/2017 (muito próxima àquela usada pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.765/2019). Por fim, a lei obriga as empresas mineradoras a tornarem públicas as informações referentes às análises do grau de umidade e do nível da barragem (art. 14) (Minas Gerais, 2019).

Apesar dos avanços conquistados com a aprovação da Lei 23.291/2019, sua regulamentação se mostrou bastante problemática. Isso se deu pelo seu atraso temporal, pelo fatiamento do conteúdo e ainda pela flexibilização dos termos da lei. Assim, o Decreto, 48.077/2020 foi o primeiro decreto a regular algum aspecto da lei Lei 23.291/2019; porém, ele apenas foi publicado em novembro de 2020, quase dois anos após o sancionamento da lei.

Em seu conteúdo, o Decreto se restringe aos Planos de Ação de Emergência (PAEs) ao invés de regulamentar toda a lei. Todavia, ele relativiza o conceito de ZAS e define ser possível a “extensão dos elementos de autoproteção existentes na ZAS aos locais da Zona de Segurança Secundária (ZSS) nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem” (art. 6º). Ainda, o Decreto define que, caso a mancha de inundação impacte patrimônio histórico ou artístico sob responsabilidade da União, outros estados ou municípios, se esses não se manifestarem em um prazo de 30 dias, será considerada a anuência tácita com o PAE (Art. 8º). Por fim, ele não prevê audiências ou participação da população na elaboração dos Planos, mas restringe o envolvimento comunitário a reuniões informativas (art. 23) (MINAS GERAIS, 2020).

Assim, argumentamos que, apesar da lei aprovada em Minas Gerais se mostrar consideravelmente ampla, existem riscos associados à sua regulamentação. Se a elaboração da lei

contou com alguma participação e debate, o que permitiu a incorporação de diferentes perspectivas do problema, a primeira experiência de regulamentação foi feita sem discussão com a sociedade, enfraquecendo alguns dos ganhos prometidos.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos que os dois grandes rompimentos de barragens de rejeito ocorridos em Minas Gerais em 2015 e 2019, pouco contribuíram para uma mudança estrutural na regulação desses empreendimentos pelo Estado. O governo tem se mostrado extremamente permeável à influência das mineradoras e, assim, tem resistido às pressões da sociedade por regras mais seguras para a operação de barragens de mineração. Se, após o rompimento da barragem de Fundão, houve a flexibilização da legislação ambiental; o desastre no Paraopeba parece ter sido capaz de apenas motivar pseudorespostas.

Para além dos problemas mencionados anteriormente, a população de Minas Gerais ainda se encontra exposta a uma série de riscos associados a barragens que não foram tratados de maneira efetiva pela legislação existente. Por exemplo, um problema que não foi ainda enfrentado diz respeito às barragens abandonadas. Muitas barragens atualmente consideradas de alto risco são aquelas cujas empresas responsáveis decretaram falência ou simplesmente encerraram suas atividades. Para reduzir consideravelmente o risco das populações que vivem a jusante dessas barragens, essa questão deve ser enfrentada pelo poder público, seja diretamente, seja cobrando do setor que, solidariamente, se responsabilize por esse passivo ambiental.

Uma segunda questão está associada às populações que, atualmente, vivem em ZAS, uma vez que a solução apresentada pela Lei 23.291/2019 parece ser insuficiente. Neste caso, a lei simplesmente declara essas zonas como Áreas de Vulnerabilidade Ambiental do Estado. Essa medida, em linhas gerais, estabelece a obrigatoriedade de se instalar sinalização e placas de identificação, o que pouco contribui para garantir a segurança dessas comunidades. Por outro lado, existe uma série de problemas e sofrimentos associados à permanência da população nestas áreas, não apenas pelo constante sentimento de risco, como também pelos processos de remoção ou evacuação.

Por fim, a nova norma não altera o sistema de automonitoramento da estabilidade das barragens. Assim se mantém a possibilidade de as empresas mineradoras escolherem e remunerarem os auditores que irão emitir os laudos de estabilidade. Essa relação dá um poder desproporcional sobre as empresas auditoras às mineradoras, inviabilizando, em muitos casos, a independência dos laudos produzidos pelas auditoras.

Tal modelo de automonitoramento está na essência da não identificação de instabilidade das barragens, tanto no caso da Samarco, quanto da Barragem I. Por exemplo, o engenheiro Samuel Santana Paes Loures, que emitiu o atestado de estabilidade da barragem de Fundão, afirmou que a Samarco não havia lhe apresentado laudos anteriores sobre a barragem. De acordo com Loures “Se

eu soubesse esse histórico, eu teria analisado e incluído no meu caderno de inspeção. O meu relatório não é válido. Eu fui enganado pela Samarco” (cf. SERRA, 2018, p. 218). Já no caso da Barragem I, de acordo com Canofre (2019a), a empresa Tractebel Engineering, em setembro de 2018, argumentou que não seria possível declarar a estabilidade da barragem. Como resultado, a Vale teria decidido que a Tractebel não seria mais a responsável pelas inspeções. Ao mesmo tempo, também conforme descrito por Canofre (2019b), no caso da auditora alemã Tüv Süd, que substituiu a Tractebel, a Vale teria usado a promessa de contratos futuros para obter o laudo de estabilidade da barragem.

A essas críticas somam-se outras relativas à precarização dos órgãos ambientais mineiros, à baixa capacidade de fiscalização efetiva de empreendimentos minerários e também sobre as estratégias institucionais do setor mineral nas definições políticas e ambientais de Minas Gerais (MANSUR *et al.*, 2016; WANDERLEY, MANSUR, MILANEZ E GIFFONI PINTO, 2016). Casos como os rompimentos da barragem de Fundão e da Barragem I só reforçam tais críticas e mostram o quão acertadas elas são. Além disso, corroboram o argumento de Acselrad *et al.* (2012), e mostram como o atual modelo de “desenvolvimento” do Brasil reorganizou espaços políticos de maneira a adequá-los aos requisitos do mercado, buscando identificar os recursos naturais estratégicos e subordiná-los à lógica das grandes corporações.

# O COMPLEXO PARAÓPEBA II: ESTRUTURA E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

RODRIGO SALLES PEREIRA DOS SANTOS

BRUNO MILANEZ

RICARDO JUNIOR DE ASSIS FERNANDES GONÇALVES

## 1 ASPECTOS GERAIS DO COMPLEXO PARAÓPEBA II

Este capítulo apresenta a infraestrutura do Complexo Paraopeba II, então formado pelas minas da Jangada e Córrego do Feijão. Apesar de sua importância para Brumadinho, o Complexo tinha papel secundário para a Vale, respondendo, em média, por cerca de 6,0% da produção da empresa em 2013<sup>1</sup>, a despeito da queda em seus níveis de extração com a crise de 2008-2009 Companhia Vale do Rio Doce (2009); Vale (2010, 2011, 2012a, 2013a, 2014a).

O início das operações das minas de Córrego do Feijão (1923) e Jangada (1974) antecederam a chegada da Vale na região e ambas as minas não apenas estavam próximas da exaustão, como também apresentavam restrições de espaço para disposição de rejeito e estéril. A análise dos dados de caracterização das barragens de rejeito e pilhas de estéril que compunham o Complexo Paraopeba II FEAM (2019); Vale (2016d) permitiu observar que a maior parte delas já se encontrava no seu limite de projeto, indicando um problema estrutural para dispor os resíduos provenientes da extração e beneficiamento.

Quanto à exaustão das cavas, a expectativa de vida prevista das minas da Jangada e Córrego do Feijão variou entre 4 e 13 anos entre 2004 e 2013. Em 2017, a expectativa de vida foi ampliada, atingindo 17 anos. Com a exaustão prevista para 2034 (VALE, 2018b), a Vale buscava encontrar formas de estender a vida útil do Complexo, prevendo, entre outros projetos, a otimização das duas minas, processando conjuntamente os minérios contidos em Jangada e no rejeito da Barragem I, dispondo o rejeito do reprocessamento na cava Córrego do Feijão (NICO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a).

<sup>1</sup> A partir de 2013, a Vale deixou de publicar separadamente os dados sobre extração dos complexos Paraopeba I e II.

No entanto, o projeto final de otimização do Complexo apareceu de forma inconsistente nos documentos referentes ao seu licenciamento ambiental. O EIA elaborado pela Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2014) tinha como base as previsões apresentadas em um Plano de Ação da Vale datado de 2012, que indicavam a exaustão da cava Córrego do Feijão em 2017, e a manutenção da operação da cava da Jangada até 2021, por meio do projeto hematitas. Um RIMA referente ao mesmo projeto, baseado em um estudo de 2015, apresentava um cenário diverso, prevendo a manutenção da extração na cava Córrego do Feijão e a exaustão do Complexo em 2029 (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2015). Por fim, o Parecer Único apresentado pela SUPPRI (2018a), que se baseou no *Master Plan* datado de 2017, estabelecia como horizonte de finalização o ano de 2032.

Antes de detalhar as mudanças propostas para o Complexo Paraopeba II, será feita uma breve descrição do complexo, de forma a permitir a familiarização com a infraestrutura das minas e sua operação. A localização das unidades de produção pode ser encontrada na Figura 4.1. Em seguida são discutidas as condições de operação e monitoramento das barragens do Complexo Paraopeba II. Por fim, detalham-se aspectos construtivos e operacionais da Barragem I, apresenta-se o projeto de recuperação de finos da Barragem I e se descreve o seu processo de licenciamento ambiental.

## 2 A MINA DA JANGADA

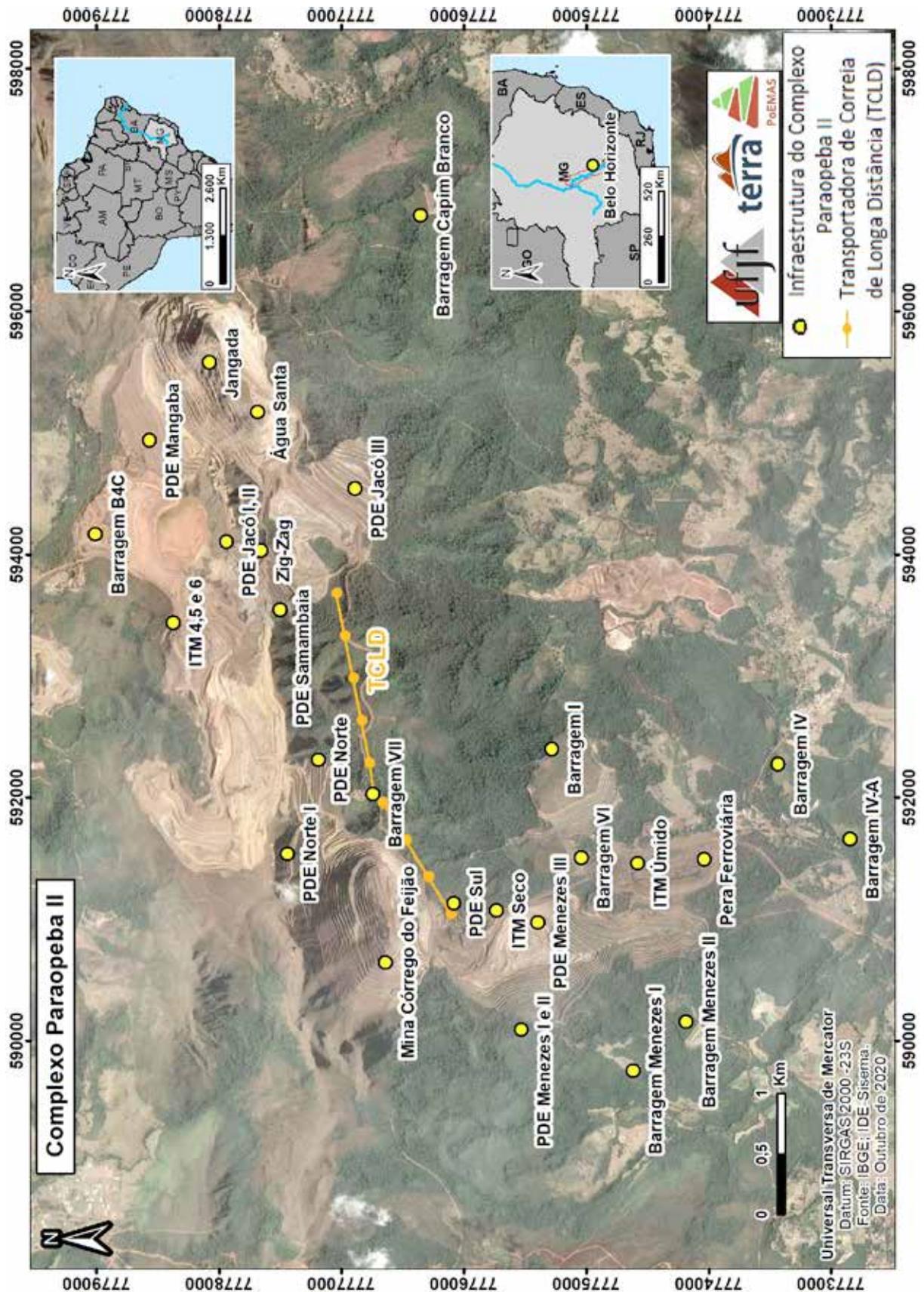
A extração na mina da Jangada foi iniciada em 1974, sob controle da Itaminas Comércio de Minérios S.A. (Itaminas) e da Minerações Brasileiras Reunidas S.A. (MBR) e, a partir de 2001, a MBR passaria a gerenciar as operações. Em 2007, a MBR foi comprada pela Vale, que as assumiu (NICHOS ENGENHEIRO CONSULTORES LTDA., 2014, 2015)

A cava da Jangada era a principal cava da mina, tendo sido unificada à cava Samambaia (exaurida) e, em 2013, à cava Água Santa<sup>2</sup>. Na mina da Jangada eram extraídos hematita e itabirito, com teor médio de ferro de 66,4% e 40,4%, respectivamente (NICHOS ENGENHEIRO CONSULTORES LTDA., 2013).

Na mina da Jangada encontravam-se as Instalações de Tratamento de Minérios 4, 5 e 6 (ITM4, ITM5 e ITM6). Controlada pela Itaminas, a ITM4 foi arrendada pela Vale, enquanto as ITMs 5 e 6, ampliações da primeira, eram propriedade da Vale (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014; VALE, 2016d). Havia ainda interação significativa entre as infraestruturas de Jangada e Córrego do Feijão, exemplificada pela paralisação da ITM4 e a transferência temporária da atividade para a Instalação de Tratamento de Minérios a Úmido da mina Córrego Feijão em 2008 e 2009 (NICHOS ENGENHEIRO CONSULTORES LTDA., 2013).

<sup>2</sup> Ainda havia uma cava secundária, chamada cava do Rolado, próxima à barragem Capim Branco (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013; VALE, 2016d).

Figura 4.1 - Localização das instalações do Complexo Paraopeba II



Fonte: Os autores, a partir de Vale (2016d)

Diferentes Pilhas de Estéril (PDEs) foram construídas e unificadas na mina da Jangada<sup>3</sup>, de modo que, até pouco tempo antes do desastre, só havia duas PDEs em operação nessa mina: Jacó III e Mangaba III (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014). Além dessas, existia a PDE Samambaia, localizada dentro da cava de mesmo nome, que recebia temporariamente estéril ou material que seria eventualmente recuperado (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013; Vale, 2016d). Havia ainda a barragem Capim Branco, voltada à contenção de sedimentos. Construída nos anos 1990, passou por obras de recuperação estrutural em 2006 (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014) e possuía capacidade de 470 mil m<sup>3</sup> de água em 2016.

Com relação às barragens de rejeito, a mina da Jangada já contou com a Barragem B4-C, licenciada pela Itaminas em 1995, operada pela Vale a partir de 2001 e, posteriormente, devolvida à Itaminas (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014). De acordo com Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2013), sua vida útil se esgotou em 2012, e seu conteúdo passou a ser reprocessado na ITM6. Desde então, os rejeitos da mina da Jangada passaram a ser dispostos na mina Córrego do Feijão, principalmente na Barragem I e, eventualmente, na Barragem VI Brandt Meio Ambiente (2014); Vale (2016d).

### 3 A MINA CÓRREGO DO FEIJÃO

A mina Córrego do Feijão começou a ser explorada em 1923 pela Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia, posteriormente Ferteco Mineração S.A., que seria adquirida pela Vale no início dos anos 2000<sup>4</sup>. Apresentava estrutura mais complexa que a mina da Jangada, abrangendo a cava Córrego do Feijão<sup>5</sup>, três usinas de beneficiamento, cinco pilhas de estéril, um pátio de armazenamento e logístico, seis barragens para contenção de sedimentos e uma barragem de rejeitos (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010).

A cava Córrego do Feijão já se encontrava em processo de exaustão, tendo havido contínuas tentativas da Vale para estender sua vida útil. Em 2010, previu-se seu esgotamento para o ano seguinte (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a) e, em 2013, estimava-se que a mina tivesse mais três anos de operação (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013).

Assim, o beneficiamento do minério transportado da mina da Jangada por meio de uma Transportadora de Correia de Longa Distância (TCLD) ocorria em três unidades distintas: a Instalação de Tratamento de Minérios a Seco (ITM S), a Instalação de Tratamento de Minérios do Córrego do Feijão (ITM CFJ), que operava por via úmida, e a Planta Semi-móvel de Britagem (PSM). A ITM CFJ

<sup>3</sup> PDEs Jacó I, Jacó II e Zig-Zag já haviam esgotado sua capacidade e foram contrapilhadas à PDE Jacó III, formando uma única PDE. De forma semelhante, as PDEs Mangaba I e II foram contrapilhadas e deram origem à PDE Mangaba III, que se encontrava em estágio final de operação em 2013 (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013).

<sup>4</sup> Em 2001, segundo Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2010a), ou em 2003, de acordo com Brandt Meio Ambiente (2010).

<sup>5</sup> Entre os documentos consultados há referência a uma cava do Rolado (SUPRAM, 2011), que teria se exaurido em 2010, e sido integrada à PDE Menezes III (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a).

possuía três linhas de produção, com a linha C reprocessando o produto da ITM S, e aumentando a eficiência do processo (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014; VALE, 2016d).

O minério beneficiado por via úmida era transportado para baías de secagem e encaminhado para o pátio de estocagem. O minério processado a seco seguia diretamente para este pátio. O produto final podia ser embarcado tanto pelo Terminal Córrego de Feijão (TCF), quanto pelo Terminal Alberto Flores (TAF) (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; VALE, 2016d).

As cinco pilhas de estéril da mina Córrego do Feijão eram as PDE Norte, PDE Norte I, PDE Sul, PDE Menezes (formada a partir da unificação das PDEs Menezes I, II, III e IIIA) e PDE Cerradão/Menezes IV (SUPRAM, 2011). A constante unificação de PDEs estava associada à grande quantidade de estéril gerada pela mina e às restrições de novos locais para sua disposição. Nesse sentido, muitas dessas pilhas possuíam, já em 2016, capacidade limitada FEAM (2019); Vale (2016d).

As seis barragens da mina Córrego do Feijão permitiam a decantação de sedimentos carregados pelas chuvas das PDEs e das estradas, assim como o acúmulo de água para o processo produtivo.

A Barragem IV foi construída em 1986, com vistas à retenção de sedimentos oriundos do beneficiamento, de estradas, da área de estocagem e da área de lavra. Parcialmente assoreada e apresentando baixa eficiência, a Vale considerava seu fechamento em 2011 (Brandt Meio Ambiente, 2010; SUPRAM, 2011). A Barragem IVA, por sua vez, foi construída em 1988 para a retenção de sólidos do beneficiamento, lavra e estocagem, assim como para clarificar o efluente que vertia da Barragem IV (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; SUPRAM, 2011). Com capacidades de 238 mil m<sup>3</sup> e 130 mil m<sup>3</sup>, respectivamente, ambas foram destruídas pelo rompimento da Barragem I (FEAM, 2019).

A Barragem VI se localizava a jusante da Barragem I, e foi seriamente danificada, passando a ser objeto de monitoramento constante nos dias subsequentes ao rompimento em razão de seu potencial colapso<sup>6</sup>, especialmente agravado por sua capacidade, de 844 mil m<sup>3</sup> (FEAM, 2019). Foi implantada para armazenar a água que vertia da Barragem I com vistas ao abastecimento das unidades de tratamento de minério e, eventualmente, recebia os rejeitos destinados a Barragem I, em função de paralisações para manutenção (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; SUPRAM, 2011). Já a Barragem VII, construída em 1986, fazia a contenção de sedimentos carregados da PDE Norte I (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; SUPRAM, 2011), apresentando uma capacidade de 22 mil m<sup>3</sup> (FEAM, 2019).

Finalmente, a Barragem Menezes I, voltada à contenção dos sedimentos carregados das PDEs Menezes I, II e III (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; SUPRAM, 2011), e a Barragem Menezes II, construída para a retenção de sedimentos das vias de acesso e das PDEs no seu entorno e para clarificar o efluente da primeira (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010; SUPRAM, 2011), possuíam, respectivamente, capacidades de 42 mil m<sup>3</sup> e 290 mil m<sup>3</sup> (FEAM, 2019).

<sup>6</sup> Em 27 de janeiro, dois dias após o rompimento da Barragem I, sirenes de emergência foram acionadas em Brumadinho, tendo moradores da cidade sido evacuados devido à avaliação de que a Barragem VI se encontrava em risco de rompimento iminente (LINHARES E VALENTE, 2019).

Assim, a Barragem I era a única projetada exclusivamente para receber rejeitos de minério e, desde 1976, quando foi construída, passou por 10 alteamentos e atingiu uma altura final de 86 m em 2013 (SUPRAM, 2010; VALE, 2016d). Os relatórios de desempenho ambiental consultados não apresentavam informações sistemáticas sobre sua operação, de modo que em relatório de 2014, os dados sobre a quantidade anual de rejeitos lançados estavam desatualizados e se limitavam a 1,5 Mt (2008), 1,7 Mt (2010), 4,4 Mt (2011) e 1,7 Mt (2012) (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014, p. 504)<sup>7</sup>

Assim como no caso da cava Córrego do Feijão, a Vale buscou estender sua vida útil nos últimos anos. Em 2010, a expectativa de operação limitava-se a outubro 2012 (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a), enquanto em 2014 a Vale previu o fim de suas operações para aquele mesmo ano (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2014). Entretanto, ela seguiu operando até 2016, quando o minério do Complexo Paraopeba II passou a ser processado apenas pelo método a seco<sup>8</sup> (Tüv Süd, 2018b).

Dessa forma, os dados sugerem que o Complexo Paraopeba II estaria operando em seu limite. As cavas não apenas estavam próximas à exaustão, mas muitas das PDEs e das barragens de rejeito e de sedimentos também apresentavam baixa capacidade adicional de armazenamento. Assim, o Complexo se aproximaria da situação discutida por Bowker e Chambers (2017), indicando que os elevados custos do Complexo estariam pressionando a Vale a reduzir os gastos com manutenção preventiva, como sugerido pelos dados apresentados na próxima Seção. Além disso, a eventual expansão do Complexo estaria relacionada a uma projeção de operação das minas por mais alguns anos, sob o risco de exceder sua capacidade. Essa medida, não apenas garantiria ganhos marginais para a Vale, como também, adiaria as despesas referentes ao descomissionamento do Complexo e à recuperação da área.

## 4 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DAS BARRAGENS DO COMPLEXO PARAPEBA II<sup>9</sup>

O Programa de Gestão de Barragens de Rejeitos e Resíduos, sob responsabilidade da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM), integra a política de monitoramento das barragens instaladas no estado. De acordo com o Programa, as barragens são classificadas em três classes, segundo seu potencial de dano: I (baixo potencial), II (médio potencial) e III (alto potencial); enquanto as empresas de auditoria, escolhidas e remuneradas pelas mineradoras, podem apresentar três conclusões sobre suas condições: estabilidade garantida, estabilidade não

<sup>7</sup> A mesma informação sem nenhuma atualização foi repetida em relatório posterior, entregue à SEMAD em 2017 (VALE, 2016d).

<sup>8</sup> O processamento a seco não gera rejeitos lamosos e, portanto, não demanda o uso de barragens de rejeito.

<sup>9</sup> Os documentos e estudos sobre segurança e estabilidade de barragens não são disponibilizados para a sociedade no estado de Minas Gerais. Portanto, mais do que uma listagem exaustiva, os problemas descritos aqui se resumem a exemplificar as condições operacionais encontradas em documentos relacionados ao licenciamento ambiental das estruturas do Complexo Paraopeba II e disponíveis no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SEMAD, 2019).

garantida e inconclusão sobre a estabilidade. Entretanto, a eficácia do monitoramento em termos de segurança ainda é questionável, conforme R. S. P. Santos e Wanderley (2016).

O Complexo Paraopeba II, assim como a barragem de Fundão, constitui um exemplo emblemático das falhas do sistema de automonitoramento, modelo de controle de risco que apresenta problemas referentes ao conflito de interesse para escolha e remuneração das empresas de auditoria, questão já detalhada para o caso da Samarco (COELHO, MILANEZ E GIFFONI PINTO, 2016). Assim, esta Seção discute o caso específico da Barragem I e a baixa eficácia dos órgãos de controle quanto à segurança, apesar dos inúmeros sinais de problemas apresentados pelas barragens do Complexo.

Conforme listado na Tabela 4.1, a situação das barragens IV, IVA e Menezes I mostra como empresas mineradoras podem levar anos para corrigir problemas de estabilidade. Isto sugere ineficiência ou mesmo omissão do poder público em garantir a correção imediata para esse tipo de problema. Neste caso específico, a Vale foi alvo de Ação Civil Pública, movida pelo Ministério Público, com vistas à tomada de medidas emergenciais necessárias à adequação geotécnica das estruturas (VALE, 2016d).

Todavia, essa não foi a primeira vez que a Barragem IV apresentou problemas operacionais. De acordo com relatório da Brandt Meio Ambiente (2014), apesar de o auditor considerar que a estrutura apresentava condições de estabilidade adequadas em 2008, recomendava medidas corretivas no sistema de extravasamento, uma vez que este se mostrava subdimensionado, o que poderia causar transbordamento no caso de chuvas excessivas.

Tabela 4.1 - Histórico da condição de estabilidade das barragens do Complexo Paraopeba II

Nome	Classe	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Barragem Capim Branco	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Barragem I	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Rompida Jan/2019
Barragem IV	II	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	Rompida Jan/2019
Barragem IVA	II	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	Rompida Jan/2019
Barragem IVC*	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	N/D	N/D
Barragem VI	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Barragem VII	II	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Menezes I	II	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Menezes II	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: FEAM (2019)

Nota:

✓ Estabilidade garantida pelo auditor

✗ Estabilidade não garantida pelo auditor

\* A partir de 2013, a Barragem IVC voltou a ser administrada pela Itaminas. Em 2016, o inventário de barragens do governo de Minas Gerais indicou um volume de 0 m<sup>3</sup> nesta barragem; nos anos seguintes ela não apareceu mais no inventário (FEAM, 2019).

Com relação à Barragem VI, o relatório da Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2010a) também mostrou uma série de problemas, fazendo recomendações referentes à necessidade de obras para estabilização de processos erosivos à margem do vertedouro da barragem e de dragagem do reservatório para o estabelecimento de volume livre necessário para lidar com cheias excepcionais, e ainda indicava a observação das premissas de documentos elaborados pela própria Vale. Em uma auditoria em 2013 mencionada por Brandt Meio Ambiente (2014), foi identificada surgência de água<sup>10</sup> a jusante da barragem. Apesar de, naquele momento, o auditor desconhecer a causa do fenômeno, ele atestou a sua estabilidade.

Problemas operacionais também foram encontrados na Barragem VII. Por exemplo, em vistoria realizada em 2008, o auditor concluiu que o talude de montante (face interna da barragem) se encontrava instável para a condição de um rebaixamento rápido e recomendava a desativação da barragem, tendo observado também a inexistência de instrumentos de monitoramento previstos que não tinham sido instalados. Apesar disso, concluiu pela estabilidade da mesma (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010).

Uma auditoria realizada na Barragem Menezes I em 2012 também identificou problemas de dimensionamento, de modo que a conclusão do auditor indicava que a barragem se encontrava em “condições incertas do ponto de vista de dimensionamento das estruturas hidráulicas” e recomendava novos estudos e adequação do sistema de extravasamento (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014, p. 357).

No caso da Barragem Menezes II, em 2008, o auditor definiu a drenagem existente como insuficiente para a vazão, assim como identificou surgência de água e recomendou a conclusão de obras importantes antes do início das chuvas, tais como um aterro complementar no pé da barragem e um novo vertedouro de superfície (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2010).

Apesar de não exaustivas, a listagem de aspectos levantados pelas auditorias mostra a regularidade com que problemas operacionais surgiam nas barragens que compunham o Complexo Paraopeba II. Isso sugere, ao menos no período estudado, a extensão em que medidas de manutenção preventiva e segurança das barragens eram adiadas pela Vale ou tratadas como não prioritárias. Tais questões não se relacionavam apenas às barragens de água, como também se apresentavam no caso da Barragem I.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito à estrutura e condições de operação do Complexo Paraopeba II, é necessário demarcar, em síntese, alguns elementos que contribuem para o entendimento da ruptura da Barragem I.

<sup>10</sup> Surgência é uma fonte de água subterrânea que brota em pontos nos quais o nível freático se encontra com a superfície do terreno (IGAM, 2008).

Nesses termos, a formação do Complexo é antiga e envolve uma pluralidade de organizações e arranjos empresariais privados que transcendem o período sob controle da Vale. Conseqüentemente, parte dos problemas construtivos, operacionais e regulatórios da disposição de rejeitos de mineração no Complexo remonta à combinação entre inexistência e/ou inadequação da legislação ambiental e do monitoramento de barragens característico de seu momento constitutivo.

Entretanto, a partir da ascensão da Vale como ente privado controlador do Complexo, que coincide com o fenômeno do *boom* das *commodities*, no início dos anos 2000, evidencia-se uma dinâmica de saturação da capacidade instalada de todas as principais infraestruturas de extração e, conseqüentemente, de disposição de rejeitos no Complexo.

Dessa forma, o esforço contínuo de sustentação dos níveis de extração nas minas da Jangada e Córrego do Feijão, a despeito da depleção qualitativa e, principalmente, quantitativa das reservas, expressos na adoção de tecnologias de recuperação de rejeitos de barragem e na incessante revisão das estimativas de exaustão das cavas, demonstra uma dinâmica de funcionamento no limite operacional superior do Complexo, o que limitava consideravelmente a margem de lucratividade de suas operações.

Por conseguinte, o ingresso em um contexto ainda mais desafiador, caracterizado pela redução expressiva dos preços do minério de ferro a partir de 2012 (*pós-boom* das *commodities*) e pela pressão para a redução de custos operacionais, dentre os quais figuram os cursos de segurança de barragem, impactou profunda e desproporcionalmente o Complexo, em comparação a complexos mais recentes nos sistemas Sul e Sudeste, assim como a todo o Sistema Norte.

Os exemplos não exaustivos, mas recorrentes, de ausência de atestação de estabilidade em barragens do Complexo e, principalmente, a recorrência de relatórios de auditorias indicando seus problemas estruturais, cuja solução é protelada ou mesmo ignorada pela Vale, indicam que a estrutura e as condições de operação do Complexo Paraopeba II apresentavam problemas sérios e colocavam riscos graves às populações a jusante dessas infraestruturas.

Tais problemas foram agravados pela ineficácia e incapacidade da ação estatal em escalas estadual e federal no que concerne à segurança de barragens, assim como possuíam origem na formação dessas infraestruturas geotécnicas, mas não eximem a Vale, que estrategicamente sustenta níveis elevados de extração, amplia a geração de rejeitos e, conseqüentemente, satura a capacidade de deposição de suas barragens no Complexo Paraopeba II.

# NOTÍCIAS DE UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA: ANTECEDENTES E O CONTEXTO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM I DA VALE S.A.

LUIZ JARDIM WANDERLEY  
BRUNO MILANEZ

## 1 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM I A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA ECONÔMICA

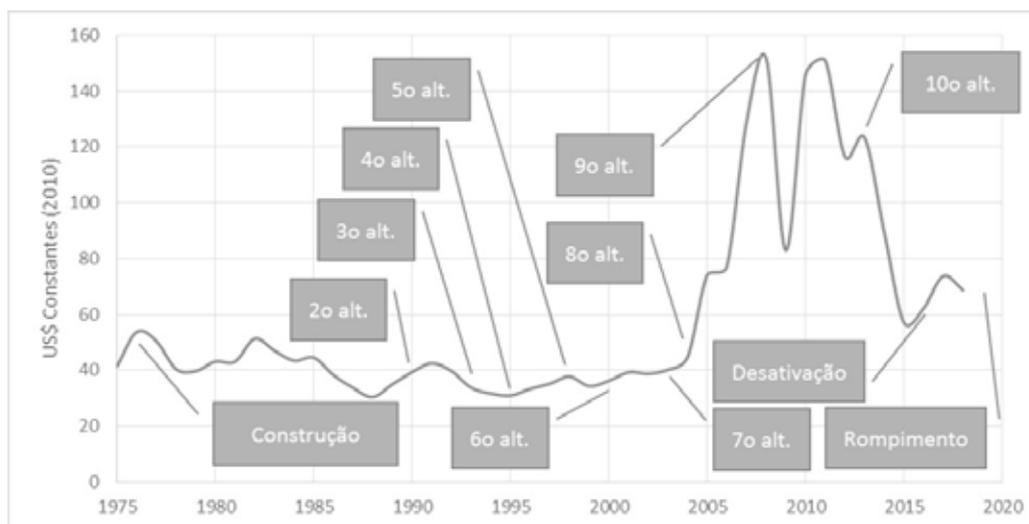
À primeira vista, quando nos propusemos a realizar uma avaliação econômica do rompimento da Barragem I, pensamos que seria possível tentar utilizar a hipótese dos ciclos de preço para explicar o caso do rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, como foi feito no caso da Barragem de Fundão (WANDERLEY, MANSUR, *et al.*, 2016).

Todavia, traduzir os dados econômicos para as estratégias operacionais da Vale se mostrou mais complexo do que no caso da Samarco. Diferente dessa, a Vale extrai diversos minérios, opera várias minas em muitos países e, ao mesmo tempo, produz seus dados de forma agregada, dificultando a compreensão da gestão das minas individuais. Ao examinarmos os acidentes de trabalho da corporação como um todo, identificamos uma queda contínua nas taxas de acidentes de trabalho e de acidentes com afastamento entre 2012 e 2017, com uma inversão de comportamento apenas no último ano (VALE, 2012c, 2013b, 2014b, 2015c, 2016e, 2018e). Esses indicadores, portanto, não permitiriam verificar para a Vale, como um todo, um comportamento semelhante àquele identificado no caso da Samarco, onde foi identificado um aumento crescente nos acidentes de trabalho nos anos anteriores ao rompimento (MANSUR *et al.*, 2016).

Da mesma forma, o modelo que tinha explicado as especificidades da barragem de Fundão, não parecia totalmente aplicável ao caso do Complexo Paraopeba II. A Barragem I era uma barragem antiga, construída em 1976, passou por 10 alteamentos, sendo desativada em 2016. Além disso, o rompimento ocorreu quando, aparentemente, os preços começavam a se recuperar,

conforme pode ser visto na Figura 5.1. Assim, nos pareceu que a discussão proposta por Bowker e Chambers (2017) ajudaria a lançar luz sobre este caso. Os autores traçam estatísticas e relações a partir de um grande banco de dados sobre rompimentos de barragens no mundo. Uma de suas mais importantes conclusões é que existe uma correlação entre a ocorrência de falhas severas de barragens e o teor de pureza do minério extraído. Essa correlação teria se fortalecido especialmente após o *boom* de preços dos anos 2000. Os autores esclarecem que isso se explicaria tanto pelo fato de minas com teores mais baixos de minérios terem barragens de rejeito proporcionalmente maiores, quanto por elas serem economicamente menos rentáveis, obrigando as empresas a trabalharem com patamares de custo mais baixos. Mais ainda, os autores sugerem que, devido ao *boom*, muitas minas que não seriam economicamente viáveis em condições normais de preços foram mantidas em operação, — em muitos casos por meio da ampliação de sua infraestrutura para além da escala inicialmente projetada. Por fim, eles afirmam que a continuidade da operação em tais condições impediria a gestão das barragens de rejeito de acordo com as melhores técnicas disponíveis.

Figura 5.1 - Histórico de instalação e alteamentos da Barragem I, na mina Córrego do Feijão



Fonte: Os autores, a partir de Tüv Süd (2018b) e World Bank (2019)

Os dados sugerem uma forte semelhança entre o cenário traçado por Bowker e Chambers (2017) e a situação do Complexo Paraopeba II. Apesar de não terem sido encontrados dados sobre o teor dos minérios nas minas da Jangada e Córrego do Feijão antes do rompimento, as informações disponibilizadas sobre o projeto de expansão indicam que para a mina operar haveria uma geração relativamente alta de estéril e rejeito, o que sugere que a mina, apesar de economicamente viável, operaria com elevados custos e baixa margem operacional.

As duas minas e, deste modo, todo o complexo já se encontravam com indicativos de esgotamento próximos. Em 2010, a expectativa era que a Cava Córrego do Feijão se esaurisse

em 2014 e que a cava da Jangada encerrasse suas atividades em 2018 (VALE, 2011). No plano de mineração para os anos 2012-2017, a relação entre estéril (material sem valor para a mineradora) e minério bruto que seria produzido pelo complexo variava entre 1,62 e 2,38 (NICO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2014). A título de comparação, a mesma relação para a empresa Ferro + em Congonhas era de 0,42 (SUPRAM, 2018). Uma elevada relação produção de estéril significaria gastos com movimentação de material dentro da mina, além dos custos com a construção, operação e manutenção das pilhas de estéril.

Ainda, ao longo dos anos 2000, quando o projeto de expansão foi primeiramente concebido, havia a expectativa de que os preços dos minérios se mantivessem em patamares elevados por algum tempo, o que tornaria economicamente interessante para a Vale a extração de minério a partir de fontes marginais, como minas em exaustão e barragens de rejeito.

Dentro desse contexto, a Vale propôs o projeto “Barragem Zero”<sup>1</sup>, que tinha entre seus objetivos a recuperação do minério nos rejeitos (FRANCA, 2009), incluindo aqueles presentes na Barragem I. Com a queda dos preços dos minérios, em 2012, a empresa passou por uma etapa de revisão de investimentos e não conseguiu reduzir sua dependência do uso das barragens. Apesar de a Vale, como um todo, ter diminuído consideravelmente a geração de estéril proporcionalmente à sua produção, a taxa de geração de rejeito se manteve praticamente estável. Esse comportamento sugere, inclusive, um aumento da geração de rejeitos no estado de Minas Gerais, uma vez que, ao longo desse tempo, a participação da Sistema Norte (localizado no estado do Pará) no total da produção de minério de ferro da empresa passou de 31% (2005) para 46% (2017) (COMPANHIA VALE DO RIO DOCE, 2006; VALE, 2018b). Como o minério do sistema norte possui maior teor de ferro, era de se esperar que à medida que esse minério aumentasse sua participação na produção total da Vale e a taxa de geração de rejeito caísse, o que não foi verificado.

Dado o risco de esgotamento das reservas do Complexo Paraopeba II, a dinâmica econômica dos preços do minério e a cronologia das decisões da Vale, existem fortes semelhanças entre este caso e o cenário traçado por Bowker e Chambers (2017). No entanto, a confirmação de tal relação dependeria da disponibilização de documentos operacionais da Barragem I por parte da Vale. Não obstante essa limitação, conforme discutido na próxima seção, nos últimos anos de operação, a manutenção preventiva e o monitoramento da Barragem I ocorreram de forma precária, provavelmente resultante de forte pressão por redução de custos, por conta da tendência regressiva do preço do minério de ferro entre 2012 e 2015. Assim, relacionar fatores econômicos com rompimento de barragens de rejeito, neste caso, também parece auxiliar na compreensão dos rompimentos de barragens como aspectos estruturais (e não eventuais) da atividade mineral.

<sup>1</sup> Para uma discussão mais detalhada sobre o programa “Barragem Zero” e suas limitações conferir R. S. P. Santos e Wanderley (2016).

## 2 O MONITORAMENTO DA BARRAGEM I

### 2.1 ASPECTOS GERAIS E ANÁLISES VISUAIS

Os relatórios dos auditores que dão origem aos atestados de estabilidade não estavam acessíveis quando da elaboração deste trabalho. Por esse motivo, as informações descritas aqui se baseiam nos relatórios publicizados nos processos de licenciamento ambiental e outros obtidos após o rompimento da barragem. A seguir serão descritas algumas “anormalidades”, termo usado em alguns dos relatórios para fazer referência, principalmente, a problemas de manutenção e monitoramento das condições da Barragem I.

Em um Plano de Controle Ambiental (PCA) elaborado em 2010 pela Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2010b)<sup>2</sup>, a empresa de consultoria apontava, entre outros problemas, a presença de piezômetros danificados ou com suspeita de não estarem funcionando corretamente. Entre as recomendações, o PCA relatava a necessidade de detalhamentos dos estudos de potencial de liquefação no patamar intermediário da barragem. Ainda, o relatório dizia ser necessário recuperar os drenos e os piezômetros danificados e manter a praia com a extensão mínima requerida pelo Manual de Operação. Outro ponto importante neste relatório foi o fato de o auditor recomendar à Vale “Qualificar, treinar e certificar formalmente todo o pessoal, inclusive aqueles nominados no documento de responsabilidades cruzadas, estabelecidos pela VALE, nos procedimentos para operação, inspeção, manutenção e monitoramento dos sistemas de água e rejeitos contidos no Manual de Operação” (NICO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010b, p. 29).

No mesmo ano, um Relatório de Desempenho Ambiental (RADA), apresentado pela Brandt Meio Ambiente (2010), fez referência a uma auditoria sobre a estabilidade da Barragem I realizada em 2008. Apesar de o auditor ter atestado a segurança da barragem do ponto de vista de estabilidade, ele apontou uma série de medidas que necessitavam ser adotadas. Entre elas, existia, novamente, a recomendação de que a Vale mantivesse a extensão mínima da praia; executasse ensaios sobre os rejeitos presentes na berma intermediária, de forma a validar os estudos existentes sobre liquefação; recuperasse as paredes de um canal de concreto, que tinha as ferragens expostas; e fizesse a identificação de equipamentos de monitoramento (piezômetros e medidores do nível de água).

Em outro relatório, publicado quatro anos depois (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2014), existem informações referentes a uma auditoria realizada em 2013. Nesta ocasião, a empresa auditora chamou a atenção para leituras anômalas dos piezômetros; solicitou que fossem feitas investigações sobre a estrutura da fundação da barragem e as condições de funcionamento do sistema de drenagem interna; e indicou a necessidade de se elaborar o Plano de Ações Emergenciais.

<sup>2</sup> A tabela utilizada no PCA pela Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2010b) foi novamente apresentada, quatro anos mais tarde, em outro relatório da Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2014), listando exatamente os mesmos problemas.

No ano seguinte, em agosto de 2015, a Vale (2015b) encaminhou um ofício à Superintendência Regional de Meio Ambiente (SUPRAM) para comprovar que vinha atendendo as recomendações dos laudos de auditoria de suas barragens. Com relação à Barragem I, as recomendações da empresa auditora, após vistoria em setembro de 2014, muito se assemelhavam àquelas que haviam sido feitas anteriormente. Entre as recomendações constavam recuperar as paredes do sistema de drenagem, onde haviam sido verificadas trincas e exposição da armadura; verificar a causa de uma surgência identificada na fratura de uma rocha no pé da barragem; e, novamente, fornecer as informações ausentes a respeito da fundação da barragem.

Entre as recomendações listadas nesse documento, uma das mais importantes era “efetuar análise de liquefação baseada em nova campanha de coleta de amostras e informações representativas dos rejeitos existentes na fundação dos alteamentos para montante sobre patamar da cota 905,0 m” (VALE, 2015b, p. 2). Apesar da relevância de tal ação para se poder aferir a condição de estabilidade da Barragem I, a Vale optou por reprogramar o prazo de tais análises para dezembro de 2016, ou seja, 27 meses após a realização da vistoria (VALE, 2015b). Uma recomendação semelhante foi feita novamente no laudo elaborado em setembro de 2015. No relatório concluído em agosto de 2016, a Vale afirmava que as análises estavam em andamento e confirmava o prazo de conclusão como dezembro de 2016 (VALE, 2016c). O relatório do ano de 2017 não se encontrava disponível no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), não sendo possível verificar se o prazo estipulado pela Vale foi cumprido. Entretanto, a recomendação não voltou a aparecer no relatório de 2018 (VALE, 2018d).

Uma nova inspeção foi realizada em agosto de 2017, com o respectivo relatório publicado em março de 2018 (Tüv Süd, 2018b). A empresa auditora identificou, mais uma vez, trincas nas paredes do sistema de drenagem, além de erosão superficial no talude da barragem e canaletas danificadas. Outro problema recorrente foi relativo aos instrumentos de medição, uma vez a Vale foi notificada a respeito de cerca de 10 piezômetros danificados ou inativos. Nesta avaliação, a Tüv Süd ainda identificou que alguns piezômetros vinham apresentando significativas variações em suas medições que, em alguns casos, podiam chegar a 6 m. Em decorrência dessas divergências no monitoramento, a empresa de auditoria recomendou a instalação de novos piezômetros.

A última auditoria a qual se teve acesso foi realizada em julho de 2018 e os mesmos problemas da vistoria anterior foram identificados. Nesta inspeção, foi mencionada ainda a presença de umidade na face do talude, próximo à saída do dreno horizontal profundo e pontos de umidade em um talude da ombreira direita. Ainda, houve referência ao fato de 37 dos 147 equipamentos de controle instalados não estarem fornecendo níveis de controle. Sobre os piezômetros, os auditores ainda chamaram a atenção para o fato de alguns piezômetros apresentarem valores ligeiramente acima do nível de atenção.

Apesar de não ter sido possível verificar todos os relatórios de auditoria e nem mesmo ter apresentado aqui todos os problemas listados nos relatórios consultados, esta amostra das

condições operacionais da Barragem I já indica uma recorrência de problemas importantes. De acordo Emerman (2019b), o relatório elaborado pela Tüv Süd (2018b) descreve sinais de umidade nos taludes e turbidez na água drenada, que poderiam ser considerados indícios de erosão interna à barragem. Além disso, a emissão de laudos de estabilidade independentemente do número de piezômetros inativos sugere uma subestimação do risco por parte dos auditores.

## 2.2 SOBRE O RISCO DE LIQUEFAÇÃO E O CÁLCULO DO COEFICIENTE DE SEGURANÇA

Para além dos problemas mencionados anteriormente, muitos deles, passíveis de serem identificados a partir de avaliações visuais, existem outros que não podem ser detectados a olho nu e precisam passar por avaliações específicas. Um desses problemas, especialmente no caso de barragens com alteamento a montante, diz respeito à possibilidade de haver liquefação dos rejeitos ou do material que compõe a barragem. A Norma NBR 13028:2017, define liquefação como

[...] o comportamento na ruptura de materiais granulares e/ou finos com baixa coesão, fofos, saturados e com tendência à contração, que sob solicitações ou carregamentos não drenados, gera acréscimo de poropressão e conseqüente redução da tensão efetiva, caracterizando uma queda substancial na resistência ao cisalhamento não drenado (ABNT, 2017, p. 12).

Em outras palavras, a liquefação ocorreria quando um material granular, devido à presença de água, tem a aderência entre suas partículas reduzidas. Assim, quando submetido a uma determinada pressão, ele perderia sua coesão, deixando de se comportar como sólido e passando a apresentar propriedades de um fluido (cf. PIRETE DA SILVA, 2010). O rompimento em uma barragem pode ocorrer tanto pela liquefação da própria barragem (por exemplo, se o sistema de drenagem não for eficaz) ou do rejeito por ela contido, que seria capaz de forçar a barragem levando ao surgimento de trincas e, eventualmente, à ruptura.

Para a análise do risco de liquefação são recolhidas amostras do material que compõe a barragem em pontos determinados e estudadas as suas propriedades em diferentes condições. Em um estudo sobre o potencial de liquefação da Barragem I, realizado por Pirete da Silva (2010), muitas das amostras coletadas apresentaram propriedades que indicavam uma provável suscetibilidade à liquefação. Em sua avaliação a respeito do trabalho de Pirete da Silva (2010), Emerman (2019a) comenta que a pesquisa indicava que, devido às propriedades do material ali depositado, a existência de gatilhos poderia ser suficiente para iniciar um processo de liquefação. Apesar de afirmar que os gatilhos seriam eventos de baixa probabilidade de ocorrência, Pirete da Silva (2010) não chegou a calcular essa probabilidade.

Uma série de parâmetros geotécnicos é utilizada para calcular o fator de segurança da barragem, uma medida que tenta medir a sua condição de estabilidade. A norma ABNT NBR 13028:2017 define fatores de segurança mínimos para diferentes condições operacionais das

barragens. Todavia, no caso de “análises de estabilidade que utilizem parâmetros de resistência não drenada” a norma estabelece que “os fatores de segurança mínimos devem ser estabelecidos pelo projetista, com base nas boas práticas de engenharia” (ABNT, 2017, p. 12).

No RADA elaborado pela Brandt Meio Ambiente (2014), foi anexada a Declaração de Estabilidade da Barragem I. Essa Declaração foi encaminhada por um ofício (GERIS BH/MG 359/2009) assinado por Júlio César Nery Ferreira e datado de 08/10/2009; todavia a inspeção referente à Barragem I era datada de 22/06/2010<sup>3</sup>. Nesta Declaração de Estabilidade, apesar de o auditor declarar que a barragem “encontrava-se em condições adequadas de segurança”, ele reclamava que os resultados da avaliação de suscetibilidade da barragem à liquefação não haviam sido divulgados. Ainda, ele recomendava que tais estudos fossem detalhados até dezembro daquele ano<sup>4</sup>.

Nos relatórios apresentados pela Tüv Süd, em 2018, os valores de fatores de segurança calculados para a condição drenada se mostravam consistentes com os de 2010, variando entre 1,60 e 1,93. Por outro lado, a avaliação da condição não drenada mostrou considerável redução, com valores dos fatores de segurança variaram entre 1,09 e 1,22<sup>5</sup> (Tüv Süd, 2018a, 2018b).

De acordo com Tüv Süd (2018b), além das propriedades do material, para que houvesse liquefação decorrente do carregamento não drenado, seria necessária a ocorrência de um evento gatilho, ou seja uma rápida carga excepcional sobre o material. Assim como Pirete da Silva (2010), a Tüv Süd (2018b), assumiu que gatilhos seriam ocorrências de baixa taxa de ocorrência<sup>6</sup> sem, porém, calcular sua probabilidade de ocorrência. A empresa auditora considerou, inicialmente, que a condição de segurança para a situação não drenada seria alcançada se o fator de segurança fosse superior a 1,00. Ainda, ao assumir que os métodos de cálculo do fator de segurança possuíam imprecisões, ela optou por adotar o valor de 1,05 como limite para considerar a condição da barragem satisfatória.

Emerman (2019b) questiona a decisão da Tüv Süd de adotar um fator de segurança tão baixo. Ele afirma que, devido às falhas nos piezômetros, os dados usados apresentavam uma grande quantidade de inconsistências. Ainda, ele chama a atenção para o fato de a empresa desconhecer as condições da fundação da barragem e, portanto, subestimar o risco de possíveis gatilhos. Segundo o autor, “o verdadeiro erro foi a falta de um conhecimento completo e exato sobre as propriedades físicas da barragem de rejeito” (EMERMAN, 2019b, p. 3).

<sup>3</sup> Isso sugere não apenas que a Vale anexou no RADA um relatório desatualizado (de quatro anos antes), como mostra falhas básicas na gestão documental da empresa, uma vez que o referido ofício encaminhava um documento que, teoricamente, ainda não existiria.

<sup>4</sup> Os mesmos documentos, com as mesmas as falhas, foram enviados em 2017 aos órgãos de controle em anexo ao RADA (VALE, 2016d).

<sup>5</sup> Após o rompimento da Barragem I, em 15 de fevereiro de 2019, a Resolução 04/2014 da ANM passou a vedar “a fixação em valor inferior a 1,3 para as análises de estabilidade e estudos de susceptibilidade à liquefação, considerando parâmetros de resistência não drenada” (ANM, 2019).

<sup>6</sup> Apesar de afirmar que os gatilhos seriam eventos de baixa probabilidade, a empresa lista como possíveis gatilhos: elevação do nível do reservatório, vibrações induzidas pelo tráfego de equipamentos e detonações, movimentação da fundação, entre outros (Tüv Süd, 2018b).

### 3 O LICENCIAMENTO DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE FINOS DA BARRAGEM I

Como a Barragem I foi construída antes da formulação da política ambiental brasileira, ela não passou por um processo de licenciamento antes de sua construção e operação. Com a instituição do regramento ambiental, em 1989, de acordo com SUPRAM (2009), a barragem foi incluída no licenciamento global da mina Córrego do Feijão a partir de 1992, ainda sob operação da Ferteco Mineração. Esta licença foi renovada em 2002 e 2008, já sobre gestão da Vale, quando a Vale se preparava para fazer o 9º alteamento, necessitava licenciar supressão vegetal referente a esta expansão. Para isso, foi obrigada a solicitar uma Licença Operacional Corretiva (LOC) exclusiva para a barragem em 2007, tendo a mesma sido concedida em 2009 (SUPRAM, 2009). A Licença de Operação da mina seria revalidada ainda em 2011, com prazo até agosto de 2017 (SEMAD, 2011).

A primeira referência à proposta de um projeto para recuperação de finos da Barragem I do Complexo Paraopeba II foi encontrada no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do projeto *Mina Córrego do Feijão: recuperação de pellet feed da Barragem I e VI e estruturas associadas*. O projeto fazia parte do projeto “Barragem Zero”, já mencionado anteriormente (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a). Em 2011, a VOGBR apresentou à Vale o projeto conceitual de recuperação de minério da mina Córrego do Feijão (Tüv Süd, 2018b). A Vale solicitou a Licença Prévia concomitante com Licença de Instalação (LP+LI) para esse projeto em julho de 2012.

O projeto de recuperação de minério dos rejeitos da Barragem I dependia da implantação de uma série de novas unidades, incluindo uma instalação de peneiramento, uma de tratamento de minério, um rejeitoduto e a transformação da cava Córrego do Feijão em local de disposição de rejeitos (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a).

Para a viabilidade do projeto, seria feita a integração das atividades da mina da Jangada e da mina Córrego do Feijão. Assim, o Complexo iria beneficiar minério proveniente da cava Rolados (já em fase de exaustão) e da cava da Jangada. Esse minério seria processado junto com o rejeito recuperado da Barragem I. O rejeito seria retirado da barragem por meio de escavação mecânica, realizando a drenagem da barragem para baixar o nível d’água e para garantir a sustentação do equipamento de escavação.

O material retirado das cavas e da barragem de rejeito seria, então, processado na Instalação de Tratamento de Minérios Córrego do Feijão (ITM CJF), além de uma nova Instalação de Tratamento que seria ainda construída, a ITM Barragem I. O rejeito desse beneficiamento seria encaminhado por um rejeitoduto também a ser construído, com extensão de 1,5 km até a cava Córrego do Feijão, onde seria depositado<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> De acordo com Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2010a), naquele momento a Vale já tinha experiência com deposição de rejeito em cavas exauridas, uma vez que vinha realizando essa atividade nas minas de Mutuca (Nova Lima) e Cauê (Itabira), ambas em Minas Gerais.

O projeto não mencionava a deslamage (retirada de excesso de água) do rejeito de beneficiamento, de onde se supõe que ele seria depositado na cava com alto teor de água. Apesar dessa mudança na função da cava (transformando-a em depósito de rejeito), o projeto previa a possibilidade de extração concomitante de minério na parte superior da cava.

Simultaneamente a esse processo, em 2013, a Minerações Brasileiras Reunidas (MBR) (controlada pela Vale) solicitou à SUPRAM Licença Prévia concomitante com Licença de Instalação (LP+LI) do projeto *Continuidade das Operações da Cava da Jangada, da PDE Jacó III e da PDE Menezes*. O projeto previa a manutenção das operações da cava da Jangada e da Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Jacó III, implantação de um dique a jusante da PDE Jacó III, e a realocação de um trecho de uma estrada municipal (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013).

Esse projeto fazia referência ao EIA mencionado acima, já indicando algum planejamento conjunto entre Vale e MBR. Ele também assumia a integração operacional entre as duas minas, uma vez que previa que os minérios extraídos em Jangada seriam beneficiados na ITM CFJ. O projeto ainda mencionava o beneficiamento de minério oriundo da cava do Córrego do Feijão, embora não se referisse ao reaproveitamento dos rejeitos da Barragem I.

Em junho de 2014, todavia, o processo de licenciamento do projeto *Mina Córrego do Feijão: recuperação de pellet feed da Barragem I e VI e estruturas associadas* foi arquivado a pedido da própria Vale (COPAM, 2014). Dois meses mais tarde, em agosto, um novo projeto seria concluído. De autoria da Nicho Engenheiros Consultores Ltda. (2014), esse EIA era nomeado *Continuidade das operações da mina da Jangada*. Em seu escopo, ele fundia os dois projetos descritos anteriormente<sup>8</sup>. Este novo projeto foi enviado à SUPRAM em agosto de 2015, também com a solicitação de Licença Prévia concomitante à Licença de Instalação (LP+LI). Esta nova versão do EIA, todavia, apresentava algumas particularidades.

Primeiramente, deve ser considerado o uso do termo “Continuidade das operações”. Essa expressão sugere que seria apenas a manutenção ou ampliação de atividades em andamento. Não obstante, o projeto era muito mais amplo e incluía uma série de instalações e atividades novas, que nunca haviam passado por licenciamento, entre elas a PDE Feijão, o Dique Jacó III, o rejeitotudo, a disposição de rejeito na cava do Córrego Feijão e a recuperação de finos da Barragem I.

Além disso, esse novo EIA simplificava consideravelmente a descrição das atividades referentes à recuperação de finos da Barragem I. Enquanto no EIA de 2010, a caracterização do empreendimento (lavra de rejeitos da Barragem I, recuperação de *pellet feed*, instalação de rejeitoduto e disposição do rejeito na cava Córrego do Feijão) era descrita em quase 50 páginas; no EIA de 2014, todo o processo era resumido em menos de 30 páginas. Por consequência, uma parte significativa da descrição e do detalhamento operacional do projeto foi excluída (cf. NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2010a, 2014).

<sup>8</sup> Nesse caso nos referimos ao processo 0245/2004/050/2015. O requerimento de licença encaminhado pela Vale à SUPRAM faz referência ao projeto *Continuidade das operações da mina de Córrego do Feijão*; todavia o EIA anexado ao processo tem como título *Continuidade das operações da mina da Jangada*. Para além da questão dos títulos, o projeto em si trata da integração operacional das duas minas.

Nessa nova versão do projeto, a Vale previa a exaustão da cava Córrego do Feijão em 2016. Assim, o minério da Cava Jangada seria beneficiado nas ITMs localizadas na mina Córrego do Feijão juntamente com o rejeito da Barragem I. O rejeito do reprocessamento seria encaminhado por rejeitoduto até a Cava Córrego do Feijão; o estéril seria depositado na PDE Jacó III, na PDE Menezes e na própria cava do Córrego Feijão. A expectativa do projeto era que, à medida que a recuperação de finos avançasse, a Vale fosse reduzindo a altura da Barragem I, cogitando, inclusive seu descomissionamento (NICO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA, 2014).

Outro aspecto deste EIA dizia respeito ao fato de a Vale, apesar de reconhecer o valor econômico dos finos oriundos do rejeito da Barragem I, não parecer ter clareza sobre o destino que seria dado ao produto obtido. Dadas as incertezas envolvidas no mercado a ser suprido com o material, o EIA não deixa clara o nível de rentabilidade econômica do projeto.

Dependendo das condições do mercado, este material poderá ser comercializado com terceiros, tal como empilhado, ou utilizado na mistura dos produtos produzidos em Feijão ou ainda ser reprocessado pela Vale (Nicho Engenheiros Consultores Ltda., 2014, p. 327).

Apesar de todas essas questões, o processo foi encaminhado para ser avaliado pela Superintendência de Projetos Prioritários (SUPPRI), como sendo um projeto prioritário<sup>9</sup>.

Cabe salientar que, conforme discutido no capítulo 2, durante o governo Pimentel (2015-2019), em Minas Gerais, houve um processo de redução do rigor do licenciamento ambiental, no qual foi elaborada a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) 217/2017. Essa DN, publicada em 06 de março de 2018, permitia que, no caso de empreendimentos já licenciados, as ampliações pudessem ser regularizadas por Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC) 1. Aproveitando-se dessa oportunidade, em 22 de março de 2018 (apenas 16 dias após a publicação da DN) a Vale solicitou à SUPPRI que o licenciamento do projeto de Continuidade das Operações da Mina Córrego do Feijão fosse reorientado de LAC2 para LAC1. Essa solicitação foi acatada pelo superintendente da SUPPRI, em 30 de março de 2018 (oito dias após a solicitação), com base, não apenas na DN COPAM 217/2017, mas também na Instrução de Serviço Sisema 01/2018, que havia sido publicada em 23 de março de 2018 (dia seguinte à solicitação da Vale).

O deferimento da solicitação da Vale, porém, somente foi possível a partir de uma série de decisões discricionárias dos técnicos da SUPPRI, bem como uma interpretação bastante particular da legislação.

Primeiramente, deve-se levar em consideração as condições definidas pela DN COPAM 217/2017 para permitir o licenciamento na forma de LAC1. De acordo com essa Deliberação Normativa, no caso de empreendimentos já licenciados, as ampliações poderão ser regularizadas

<sup>9</sup> O projeto 0245/2004/050/2015 é listado na deliberação Grupo Coordenador de Políticas Públicas de Desenvolvimento Econômico Sustentável (GCPPDES) 01/2017, que determina um grupo de projetos que deveriam ser analisados pela SUPPRI. Essa deliberação é datada de 10 de janeiro de 2017 e assinada por José Afonso Bicalho Beltrão da Silva, Secretário de Estado de Fazenda e Coordenador do GCPPDES (MACIEL, 2019).

por LAC1. Porém, o art. 11 define que o “empreendimento” deve ser considerado como todas as atividades realizadas (COPAM, 2017). Conforme descrito anteriormente, havia uma série de atividades previstas na “continuidade das operações” que nunca haviam sido licenciadas.

Em segundo lugar, empreendimentos Classe 4 podem ser licenciados por LAC1, desde que seu critério locacional seja enquadrado como 0. Todavia, embora a pontuação locacional do Complexo Paraopeba II fosse 2, ela foi “interpretada” como 0 pela equipe da SUPPRI.

De acordo com EIA do projeto de continuidade da Cava da Jangada, a Área Diretamente Afetada (ADA) incluía cerca de 13,2 ha. de ambientes nativos dentro de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) (NICHOS ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA., 2013). Além disso, em seu parecer sobre a Revalidação da Licença de Operação da Barragem I, o IEF (2013) localizou o complexo dentro de uma área de especial importância para a conservação. Ainda, conforme a DN COPAM 217/2017 quando há “Supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”, exceto árvores isoladas” (COPAM, 2017), o peso dos critérios locacionais deveria ser 2. A própria SUPPRI reconheceu que o critério locacional obrigava a adoção do LAC2, porém arbitrou que iria adotar LAC1:

Apesar dos critérios locacionais direcionarem o empreendimento para LAC2, a equipe técnica da SUPPRI entende que [...] o mesmo pode ser reorientado para LAC1” (SUPPRI, 2018b, pp. 2-3).

Outra decisão discricionária da equipe da SUPPRI, que se baseou em um entendimento particular da legislação, dizia respeito à interpretação de que, no caso da infraestrutura prevista, a instalação implicava na operação do empreendimento. Nesse sentido, a Instrução de Serviço (IS) SISEMA 01/2018 estabelecia que “Quando a instalação implicar na operação do empreendimento [...] poderá ser formalizado processo das fases de Licença de Instalação – LI e de Licença de Operação – LO de modo concomitante (ASNOP/SISEMA, 2018, p. 9). Em seguida, a IS 01/2018 lista as atividades para as quais tal medida seria prevista. Embora essas atividades não incluam processamento de rejeito, diques de barragem de água, construção de pilha de estéril, nem rejeitoduto, esse foi o argumento adotado pela SUPPRI para justificar a mudança no processo de licenciamento.

[...] a equipe técnica da SUPPRI entende que as atividades desenvolvidas não foram listadas no Quadro 2 na IS SISEMA 01/2018 mas que a instalação implica na sua operação e que o mesmo pode ser reorientado para LAC1 [...] (SUPPRI, 2018b, p. 3).

Esses pontos, além de outros, foram apresentados na leitura do parecer de vistas da FONASC-CBH (2018), apresentado durante a 37ª Reunião Ordinária da Câmara de Atividades Minerárias. Neste parecer, a conselheira representante da FONASC-CBH apontou uma série de problemas referentes ao processo, solicitando que o mesmo fosse retirado de pauta. Entretanto, essas questões foram ignoradas pela equipe da SUPPRI, que encaminhou a votação do processo.

Presidente Breno Esteves Lasmar: “Senhores, esclarecidos todos os pontos, colocadas as razões, nós vamos entrar em regime de votação desse processo. Encerrada, então, a fase de discussão. Entrando em regime de votação. Eu vou pedir aos senhores que, por favor, preparem os seus votos. Nós estamos votando os itens 5.1 da pauta e 5.2. Item 5.1, Minerações Brasileiras Reunidas, PA nº 00118/2000/030/2013; item 5.2, Vale S/A, PA nº 00245/2004/050/2015. Peço aos senhores conselheiros, por favor, que manifestem seus votos com relação aos dois pontos da pauta. Votos favoráveis: Sedectes, Crea, Sindiextra, Ibram Codemig, Seccri, Federaminas e Segov. Abstenções: Ibama e Cefet. Voto contrário: Fonasc. Ausência: DNPM. [...]”<sup>10</sup>. (COPAM, 2018, p. 67).

Dessa forma, a análise do processo de licenciamento ilustra como a flexibilização da política ambiental pode ir além da mudança na forma da lei. Neste caso, além das alterações feitas na legislação, a interpretação e a discricionariedade dos técnicos da SUPPRI foram essenciais para garantir o LAC1 e a autorização mais rápida e menos criteriosa do projeto.

Ao longo da elaboração deste trabalho não foram identificados indícios de que o rompimento da Barragem I tenha relação direta com eventuais obras decorrentes da licença para *Continuidade das operações da mina da Jangada*, emitida pelo órgão ambiental de Minas Gerais. No entanto, uma avaliação mais criteriosa do licenciamento ambiental poderia ter alertado para o risco eminente de rompimento. Além disso, a análise do processo de flexibilização da regulação e controle ambiental por parte do poder público nos ajuda a entender como a aceleração dos procedimentos preventivos tem prevalecido em Minas Gerais de forma a beneficiar os interesses das corporações.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, destacou-se uma possível hipótese que permitiria compreender o rompimento da Barragem I como um potencial cenário de uma tragédia anunciada. Esta proposta conecta a conjuntura do mercado do minério de ferro, o contexto de baixa rentabilidade do Complexo Paraopeba II, os problemáticos antecedentes de monitoramento das barragens, e a política de flexibilização ambiental. Para fins de síntese, destacamos como essas abordagens podem ter contribuído para o desastre.

Considerando a conjuntura do mercado, foi identificada uma queda significativa nos preços do minério de ferro antes do rompimento. Aliado a isso, o baixo teor do minério extraído na Mina de Feijão exigia o movimento de grande volume de rejeito, sobrecarregando a estrutura da barragem e obrigando os recorrentes alteamentos para expansão da capacidade. Ao mesmo

<sup>10</sup> Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SEDECTES); Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA/MG); Sindicato da Indústria Mineral do Estado de Minas Gerais (SINDIEXTRA); Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM); Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG); Secretaria de Estado de Casa Civil e de Relações Institucionais (SECCRI); Federação das Associações Comerciais e Empresariais do Estado de Minas Gerais (FEDERAMINAS); Secretaria de Estado de Governo (SEGOV); Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG); Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas (FONASC-CBH); Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

tempo, a característica do Complexo Paraopeba II, como um empreendimento que operava com rendimento marginal e com perspectiva de fechamento próxima, desestimulava novos investimentos em infraestrutura e manutenção da segurança.

Do ponto de vista da gestão do risco, ao se analisar o histórico do monitoramento da Barragem I, pode-se perceber que o rompimento decorreu do acúmulo de erros operacionais por anos, ao longo dos quais se optou por não corrigir as falhas identificadas. De forma geral, pode-se identificar que a empresa priorizou decisões com retorno de curto prazo, resultando no descumprimento de algumas normas de segurança, com uma combinação de condições de risco. Esse comportamento se expressa na disposição inadequada de rejeitos, no adiamento de monitoramentos, em equipamentos sem funcionamento, na alteração dos padrões segurança e na subestimação do risco pelos auditores.

Ainda, pode-se identificar que, assim como no caso de Fundão (WANDERLEY, MANSUR, *et al.*, 2016) que o automonitoramento, por meio de empresas de auditorias contratadas pelas mineradoras, apresenta problemas estruturais. Nesse sistema, mesmo identificando condições anômalas na estrutura, na gestão e na ausência de dados e informações essenciais para identificar a segurança, as auditorias não se recusaram a atestar a estabilidade da Barragem I.

Por fim, observando a questão regulatória, as inúmeras irregularidades e indícios de problemas identificados ao longo dos anos não foram suficientes para motivar órgãos públicos a obrigar medidas corretivas por parte da Vale ou o fechamento da Barragem I. Ao contrário, a flexibilização da legislação ambiental em Minas Gerais, ilustrada pelos procedimentos para a concessão da licença ambiental, em 2018, tem trazido incertezas e insegurança quanto aos reais impactos e riscos dos outros empreendimentos que foram aprovados, bem como sobre as medidas de controle e mitigação impostas.

Por fim, cabe salientar, que essas perspectivas, que nos ajudam a compreender o rompimento da Barragem I, não correspondem a problemas pontuais e particulares do Complexo Paraopeba II ou mesmo exclusivos do comportamento corporativo da Vale. Muitos desses reaparecerem em outros momentos, localidades e empresas, principalmente nos países periféricos, ocasionando desastres decorrentes de rompimentos de barragens.

# DEPENDÊNCIA MINERAL, FALTA DE POLÍTICA DE REPARAÇÃO E INJUSTIÇA AMBIENTAL EM BRUMADINHO

TÁDZIO PETERS COELHO  
LUIZ JARDIM WANDERLEY  
RAQUEL GIFFONI PINTO

## 1 BRUMADINHO: ECONOMIA LOCAL E DEPENDÊNCIA ECONÔMICA

Desde o rompimento da Barragem I, representantes da Prefeitura Municipal de Brumadinho (L. E. Soares, 2019), comerciantes (Linhares, 2019), trabalhadores da Vale e de empresas terceirizadas e os próprios moradores do município (Locatelli, 2019) mencionaram uma suposta dependência econômica e política do município frente às mineradoras. Dessa forma, ao longo desta seção, discutimos dois aspectos dessa dependência: a arrecadação municipal e a geração de trabalho e renda.

### 1.1 ARRECADAÇÃO MUNICIPAL E PODER ECONÔMICO

A literatura sobre desenvolvimento local na região do Quadrilátero Ferrífero comumente aponta a dependência econômica dos municípios mineradores em relação às atividades extrativas como um desafio ainda a ser superado (GUIMARÃE E MILANEZ, 2017; J. M. SILVA, CURTI, e CARMO FLORES, 2012). Um importante componente dessa dependência diz respeito à arrecadação municipal. O quesito principal deste debate é a receita municipal oriunda da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM).

Assim como Mariana (WANDERLEY, GONÇALVES E MILANEZ, 2016), Brumadinho apresentava grande concentração da arrecadação não apenas na mineração, mas particularmente da Vale. Em 2018, a receita municipal de Brumadinho oriunda da CFEM paga pela Vale foi de R\$ 16,5 milhões, o que corresponderia a 26,4% da CFEM total do município e 10,5% das receitas correntes do município (ANM, 2018; SICONFI, 2018). Embora relevante para as receitas do município, a CFEM paga pela

Vale em Brumadinho não foi a maior em 2018, sendo essa inferior à compensação devida pelas Minerações Brasileiras Reunidas S.A. (MBR), empresa controlada pela Vale, seguida pela Vallourec Mineração Ltda.

Para além da questão do pagamento da CFEM, também deve ser levado em consideração o poder econômico da Vale no município, exercido pelo pagamento de salários, compras locais etc. Por exemplo, enquanto o total das receitas brutas realizadas pela prefeitura de Brumadinho em 2017 foi de R\$ 175,5 milhões (SICONFI, 2018), no mesmo ano, o total das operações conjuntas da Vale e da MBR no município foi de R\$ 1.162,0 milhões (ANM, 2018), ou seja, mais de seis vezes as receitas da prefeitura municipal.

## 1.2 TRABALHO E RENDA

O poder econômico mencionado acima se transforma em poder social quando se analisa o papel do setor mineral na geração de empregos e no pagamento de salários. Quando comparada a participação do setor na geração de postos de trabalhos de Brumadinho com outros municípios da região, nota-se que Brumadinho ocupa segundo lugar, com 21%, atrás apenas de Congonhas (39%), e a frente de Mariana (20%), Ouro Preto (17%), Itabirito (15%), Sarzedo (5%) e Nova Lima (5%) (MTE, 2018b).

Do ponto de vista da estrutura econômica do município de Brumadinho, para o ano de 2018, o maior número de postos de trabalho foi gerado pelo setor de Serviços (27%), seguido pela Administração pública (23%) e depois pelo setor Extrativo mineral (21%) (MTE, 2018a).

Apesar desses dados já indicarem a importância do setor mineral, eles devem ser considerados insuficientes para explicitar a importância do setor. Primeiramente, devido ao papel da terceirização de mão de obra no setor, não é incomum que trabalhadores classificados no setor de “serviços” trabalhem para companhias subcontratadas por mineradoras. Por exemplo, de acordo com Minas Gerais (2018a), haveria no Complexo Paraopeba II 1.467 empregados da Vale e 200 terceirizados. Além disso, os dados do MTE (2018a) têm como referência o município do estabelecimento do declarante; portanto, pode ocorrer de um trabalhador morador de um município ser registrado em uma empresa em um município vizinho. Considerando a proximidade de Belo Horizonte e Nova Lima, poderia acontecer de moradores de Brumadinho que trabalhassem no Complexo Paraopeba II estivessem registrados nesses municípios.

A importância do setor extrativo mineral também acaba por determinar um grande impacto na dinâmica de contratação e demissão nos municípios mineradores, o que faz com que a dinâmica econômica desses municípios varie de acordo com o comportamento do mercado mineral. Por exemplo, em 2018, foram admitidos 2.462 novos trabalhadores em Brumadinho e desligados 2.258. Como pode ser verificado na Tabela 6.1, o setor extrativo mineral foi responsável por 13,8% do total de admissões e 13,0% das demissões, o que significou 22,5% do saldo final (MTE, 2018b).

Tabela 6.1: Variações nos postos de trabalho, Brumadinho, 31 de dezembro de 2018

	Postos de trabalho		Admissões		Demissões		Saldo	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Setor extrativo mineral	1.915	20,8	341	13,8	295	13,0	46	22,5
Todos os setores	9.385	100	2.462	100	2.258	100	204	100

Fonte: Adaptado de MTE (2018b).

Com relação aos salários, em 2017, de acordo com os dados do MTE (2018a), o setor extrativo era responsável pela maior parte dos postos com remuneração superior a três salários mínimos. Os outros setores da economia local, principalmente os serviços, detinham a maioria dos postos de trabalho abaixo de três salários mínimos.

Apesar de as empresas mineradoras se destacarem localmente em termos de remuneração de altos salários, a análise da distribuição da remuneração dentro do próprio setor indica que quase 70% dos postos de trabalho têm remuneração abaixo de quatro salários mínimos. Constata-se ainda a desigualdade de remuneração dentro do próprio setor, pois 1% dos funcionários recebem acima de vinte salários mínimos. Por exemplo, o salário de Diretor de Produção e Operações da Indústria de Transformação, Extração Mineral e Utilidades, em Brumadinho, atinge o patamar de R\$ 75 mil por mês (MTE, 2018a).

Dessa forma, a mineração se mostra uma importante fonte de arrecadação municipal e de postos de trabalho para Brumadinho. Todavia, além dos baixos salários pagos a diversos cargos dentro do setor extrativo, a arrecadação municipal decorrente da CFEM é ínfima quando comparada ao valor das operações da empresa, como apresentamos anteriormente.

Esta constatação abre espaço para distintas avaliações. Por um lado, ela permite antever que a interrupção da atividade mineral tem o potencial de impactos profundos na economia local. Por outro lado, ela indica o tamanho do poder da Vale em escala local, o que, de acordo com a literatura (CRENSON, 1971; LUKES, 2005; R. S. P. SANTOS e MILANEZ, 2017b) permite compreender melhor a dificuldade que os movimentos locais de contestação tinham para se fazer ouvir com relação aos impactos socioambientais das atividades da mineradora, bem como sobre a falta de medidas de segurança em suas operações.

A mineração é percebida por muitos como o único caminho viável para a economia local. Afinal, a minério-dependência trouxe Brumadinho a um beco sem saída? Até que ponto a narrativa de uma catástrofe econômica é verdadeira? Para responder a estas perguntas vale a pena considerar os caminhos do município de Mariana após o rompimento da Barragem de Fundão.

## 2 POSSÍVEIS IMPACTOS NA ECONOMIA, O QUE SE PODE ESPERAR A PARTIR DO CASO DE MARIANA

O rompimento da Barragem I trouxe inúmeras questões para a economia local relativas à arrecadação, geração de renda e aos postos de trabalho no campo e na cidade de Brumadinho. As prefeituras dos municípios da região recebiam que a paralisação do Complexo Paraopeba e de outras minas levasse a economia a uma situação de abandono e desemprego (L. E. SOARES, 2019). Tendo em vista a experiência de Mariana, é possível vislumbrar possíveis efeitos sobre a economia de Brumadinho, alguns já perceptíveis. O primeiro ponto analisado está relacionado à arrecadação municipal, particularmente por meio da CFEM. Além dessa questão discutem-se impactos sobre o mercado de trabalho e sobre outros setores, como agricultura e turismo.

A CFEM era um importante aporte de recursos para o orçamento de Mariana. Em 2014, a CFEM paga pela Samarco (ANM, 2018), correspondeu a 8,8% das receitas correntes (SICONFI, 2018), tendo, portanto, uma participação similar à CFEM paga pela Vale em Brumadinho (10,5%). No período 2014-2018, a CFEM recolhida em Mariana apresentou trajetória de forte queda causada pela paralisação das atividades no complexo da Samarco. O valor total da CFEM saiu de R\$ 133,7 milhões<sup>1</sup>, em 2014, para R\$ 106,1 milhões, em 2018. O menor valor da compensação aconteceu em 2017, quando a CFEM total chegou a R\$ 68,5 milhões, o que demonstra uma recuperação do valor da CFEM. Os empreendimentos da Vale em Mariana<sup>2</sup> aumentaram sua fatia de contribuição, assim como, a existência de outros projetos de minério de ferro e da extração de Pedra São Tomé mantiveram suas atividades e contribuições. Antes do rompimento de Fundão, a Vale era a principal fonte de CFEM, o que se manteve nos anos posteriores. Mesmo assim, não compensou a queda causada pela paralisação da Samarco. Ressalta-se, ainda, que a CFEM total arrecadada em 2018, em Brumadinho, representou apenas 3,4% do valor total das operações das mineradoras no município (ANM, 2018).

As receitas correntes de Mariana caíram continuamente desde 2014 (receita corrente de R\$ 445 milhões<sup>3</sup>): as receitas em 2018 foram de R\$ 264,6 milhões (SICONFI, 2018). É provável que essa queda seja explicada não apenas pelo rompimento de Fundão, mas também pela própria crise econômica no país, já que em 2015, ano do rompimento, a receita encarou queda de 13% (receita corrente de R\$ 369,3 milhões). Houve diminuição também do lado das despesas correntes entre 2014 (R\$ 356,9 milhões) e 2018 (R\$ 258,1 milhões).

Com relação aos postos de trabalho, de novembro de 2015 a dezembro de 2016, em Mariana, foram realizadas 518 demissões sem justa causa no setor extrativo mineral, sendo um total de 652

<sup>1</sup> Valores reajustados com o IPCA usando a data de referência 1 de fevereiro de 2019.

<sup>2</sup> As operações integradas da Vale em Mariana incluem as minas Alegria, Fábrica Nova e Fazendão, além dos projetos Capanema e Conta História, sendo três minas, com duas usinas principais de beneficiamento.

<sup>3</sup> Deflacionado com o IPCA usando a data de referência 1 de fevereiro de 2019.

desligamentos e 71 admissões. Essa trajetória continuou durante 2017, com 515 desligamentos, sendo 430 sem justa causa, e apenas 110 admissões. Nesse período, as funções que mais desligaram postos de trabalho foram as de mineiro (-148) e a de operador de Máquinas de Construção Civil e Mineração (-147). O cenário começou a mudar em 2018, quando ocorreram mais admissões (229) do que desligamentos (219), sendo 120 sem justa causa (MTE, 2018a).

Em suma, após o rompimento da Barragem de Fundão, a CFEM total em Mariana diminuiu continuamente até 2018, quando retomou o crescimento. Como o principal empreendimento de Mariana não era o da Samarco, a CFEM voltou a crescer em 2018 com a retomada dos preços do minério de ferro. As receitas correntes diminuíram continuamente, ainda não apresentando uma retomada, o que, em parte, foi agravado pelo cenário de crise econômica do país. Por outro lado, as despesas acompanharam esse movimento de queda. Os postos de trabalho no setor extrativo mineral passaram por um período de queda desde o rompimento, com centralidade nas demissões sem justa causa. O saldo entre demissões e admissões se estabilizou durante 2018. O município seguiu tendo sua economia local centrada na mineração, apresentando presença desse setor acima do constatado em outros municípios da região.

Ainda sobre Mariana, devido ao alastramento de rejeitos, alternativas econômicas como a agricultura foram decisivamente prejudicadas, limitando a desejada diversificação produtiva local. A produção agrícola já apresentava, de modo geral, queda em 2011. Nesse ano, a produção e a área plantada diminuíram no cultivo do café, banana, cana-de-açúcar e feijão (IBGE, 2017). Após 2015, houve nova diminuição na área plantada e produção de feijão e milho. No caso do feijão, a queda foi mais leve, quando comparada a 2011. A produção de milho, todavia, teve uma redução extremamente brusca. Em 2017, ela caiu de 6.480 toneladas para 80 toneladas e a área plantada de 2.000 hectares para 53 hectares, sem que houvesse um crescimento de área plantada em outra cultura, o que demonstra que não houve substituição de plantio.

Em Brumadinho, também é esperado declínio das receitas correntes municipais devido à paralisação do Complexo Paraopeba. A diminuição da atividade econômica impacta, além da CFEM, impostos, provenientes também de outros setores que atendiam a economia extrativa. Há indicações de que as despesas do município, por conta dos problemas decorrentes do rompimento, já pressionavam o orçamento municipal poucos meses após o rompimento. Segundo Avimar de Melo Barcelos, prefeito de Brumadinho, os gastos da prefeitura aumentaram, por exemplo, com a compra de remédios e vacinas (PONTES, 2019). Outro dano causado pelo rompimento, que afetou estruturalmente a economia local de maneira instantânea foi a destruição da infraestrutura municipal, notadamente estradas e sistema de energia elétrica. Os prejuízos atingiram principalmente aquelas atividades que dependem da logística municipal de estradas da zona rural, que foram destruídas ou tiveram restrição de acesso, tal como a agricultura.

A esse cenário somam-se ainda os prejuízos ao turismo, à pesca e à agricultura, que reforçam o movimento de queda nas receitas. Caso não haja intervenção do poder público, seria

esperado que a empresa demitiria sem justa causa dezenas de trabalhadores. Ao contrário do que ocorreu em Mariana, dependendo de como for feito o processo de reparação, as despesas correntes podem aumentar, o que se explicaria pelos danos causados à infraestrutura de estradas, energia elétrica e saneamento.

Do ponto de vista da conservação ambiental, a estimativa inicial após o desastre no vale do Paraopeba era de que teriam sido destruídos 269,84 ha. de vegetação, sendo 133,27 ha. de Mata Atlântica nativa e 70,65 ha. de Áreas de Preservação Permanente (IBAMA, 2019). Considerando que tal impacto ocorreu exatamente nas margens, isso tende a impactar o volume de água no rio, além de manter um processo de assoreamento ao longo do tempo.

A destruição do rio Paraopeba causou graves danos aos agricultores da região, principalmente aos pequenos proprietários, que tinham pouco acesso a canais de financiamento<sup>4</sup>. Uma das particularidades da região era a sua vocação para produção de alimentos orgânicos e agroecológicos, uma vez que dos 443 estabelecimentos agropecuários existentes 313 (71%) não utilizavam agrotóxicos (IBGE, 2017).

Segundo a Federação dos Trabalhadores da Agricultura de Minas Gerais (FETAEMG) cerca de 400 produtores rurais que moram em Brumadinho e nas localidades banhadas pelo rio Paraopeba foram prejudicados (SALOMÃO, 2019). Muitos dos agricultores perderam maquinário pesado, como tratores. Além disso, houve perda de valor imobiliário de diversas propriedades ao longo do trajeto do rejeito, em especial na zona rural.

Outro importante aspecto econômico é o potencial impacto sobre o turismo na região. O distrito de Casa Branca e o museu de arte contemporânea Inhotim são duas importantes atrações turísticas de Brumadinho. Inaugurado em 2006, Inhotim atingiu a marca de 3 milhões de visitantes em agosto de 2018 (G1, 2019c). O Museu tinha cerca de 600 funcionários diretos e indiretos, e 90% eram moradores da região. O rejeito não passou por nenhuma das duas localidades. No entanto, a queda do fluxo de turistas foi constatada no município, o que motivou a criação de uma campanha para que os turistas continuem visitando o distrito de Casa Branca (ERNESTO, 2019).

Por isso, dos efeitos esperados sobre os setores econômicos de Brumadinho, os que mais preocupam são os sobre a agricultura, a pesca e o turismo, que permitiriam criar diversificação produtiva. A ação coordenada entre movimentos sociais, ONGs, sindicatos, associações comunitárias e órgãos de Estado seria capaz de criar alternativas autônomas para Brumadinho e até mesmo reverter a dependência do município pela mineração. Mesmo com todos esses constrangimentos, decorrentes da produção e reprodução da dependência, o turismo e a agricultura no município apresentam potencialidades que devem ser objeto de esforços por parte das autoridades junto às comunidades.

Destacamos que a diversificação produtiva e a persecução de alternativas econômicas eram questões improrrogáveis mesmo antes do rompimento da Barragem I. A data de exaustão prevista

<sup>4</sup> Em Brumadinho, dos 443 estabelecimentos agropecuários (17 mil hectares), 366 (83%) pertenciam a produtores individuais, sendo que 389 (88%) não obtiveram financiamentos em 2017 (IBGE, 2017).

– que indica a vida útil da mina operacional, com a data de exaustão mais longa prevista – de todo o Complexo Paraopeba era 2034 (VALE, 2018b). Assim, a premência desse debate já pressionava os agentes públicos, mesmo que isso não gerasse reação organizada do poder público.

Comumente, a dependência econômica histórica da atividade mineradora se traduz em renúncia e depreciação de alternativas econômicas, ou seja, na experiência brasileira, a mineração de larga escala se desenvolve, normalmente, em detrimento de outras atividades econômicas. Por fim, cabe ressaltar que a dependência forma relações de poder que centralizam o processo decisório nas demandas de empresas mineradoras. Essa realidade apenas se explicitou após o rompimento das barragens de rejeitos. Sendo assim, os desastres em Mariana e Brumadinho obrigam o debate sobre diversificação econômica e redução de dependência não apenas nesses municípios, mas em todas as cidades da mineração.

Nesta etapa da análise, todavia, importa ainda tecer algumas considerações acerca do processo de reparação e atendimento das vítimas do rompimento da Barragem I.

### 3 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O ATENDIMENTO ÀS VÍTIMAS PELA VALE

No final de fevereiro de 2019, foi assinado um acordo preliminar entre a empresa, a Advocacia Geral da União (AGU), a Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG), a Defensoria Pública da União (DPU), o Ministério Público Federal (MPF) e o Ministério Público do Trabalho (MPT) sobre os termos de um pagamento emergencial para garantir a manutenção das comunidades atingidas.

Segundo esse acordo, a Vale manteria, durante um ano, o pagamento de dois terços dos salários para os trabalhadores (próprios e terceirizados) mortos e salário integral aos desaparecidos até que os corpos fossem encontrados. Todavia, a empresa defendia que esses valores fossem descontados das indenizações, ainda a ser negociadas, o que não foi aceito (G1 MINAS, 2019). No processo de negociação, a Vale não concordou em garantir a estabilidade de emprego dos funcionários de Brumadinho por três anos e não aceitou a criação de um Fórum Permanente de Negociação com os representantes das vítimas, Advocacia Geral da União, MPT e sindicatos (G1 MINAS, 2019). Ficou estabelecido que a Vale garantiria o emprego ou salário para os empregados de Brumadinho até o fim de 2019, plano médico para os familiares dos trabalhadores próprios ou terceirizados, atendimento psicológico até a alta médica, auxílio-creche e educação para os filhos dos trabalhadores (VALE, 2019d). Estas medidas eram destinadas aos “empregados e terceirizados diretamente atingidos”, embora não houvesse uma especificação de quem seria considerado “diretamente atingido”.

O MPT, inicialmente, defendia uma indenização de R\$ 2 milhões por cada família, baseando-se em um documento interno, de 2015, da própria Vale, no qual a empresa apresentava um cenário de rompimento de barragem para calcular as perdas econômicas. Neste documento, a empresa

estimava em U\$ 2,56 milhões a indenização por morte, o equivalente a R\$ 9,8 milhões. Mesmo sendo uma quantia inferior ao sugerido pelos estudos da empresa, a Vale recusou o valor defendido pelo MPT e fez uma contraproposta de pagar até R\$ 300 mil para cada parente direto dos mortos e desaparecidos. Esta proposta foi rejeitada pelos familiares das vítimas (JUCÁ, 2019).

As recentes mudanças na legislação trabalhista conferiram vantagens para a empresa nas relações de trabalho e na diminuição de custos fixos com trabalhadores. Segundo um advogado da Vale (CANOFRE, 2019c), seria possível que a empresa mobilizasse, para o caso dos trabalhadores da mina Córrego do Feijão, o artigo 223G, parágrafo 1, inciso IV da nova CLT que estipulava indenizações aos trabalhadores em até 50 vezes o último salário do trabalhador. O uso dessa legislação provoca uma grave discrepância entre os trabalhadores, uma vez que permite a indenização com valores inferiores às famílias dos funcionários com salários mais baixos. O MPT e a DPU repudiaram essa estratégia da empresa e iniciaram um processo de questionamento no Superior Tribunal de Justiça (CANOFRE, 2019c). Entretanto, esse artigo foi considerado constitucional em uma decisão de segunda instância do Tribunal Regional do Trabalho em Minas Gerais, que após um recurso da Vale, reduziu a indenização da família de um técnico em mineração morto no desastre (CANOFRE, 2020).

O acordo preliminar também definiu que toda pessoa que morasse em Brumadinho ou ao longo do rio entre Brumadinho e a cidade de Pompeu (aproximadamente 300 km a jusante) receberia um auxílio financeiro emergencial por 12 meses. O acordo foi diferente do caso do rio Doce, pois o pagamento não só era maior, mas também definido por pessoa e não por família (PJM, 2019b)<sup>5</sup>. Em março, foi decidido que a Vale pagaria também um vale-alimentação para as famílias localizadas no Parque Cachoeira e Córrego do Feijão, bairros mais impactados (PJM, 2019a).

A Justiça determinou, em maio de 2019, que a Vale fornecesse água para consumo humano, de animais e para atividades produtivas às pessoas atingidas que solicitassem, mas a empresa descumpriu sistematicamente essa decisão, fosse pelo não fornecimento para determinadas áreas, fosse pelo fornecimento ineficiente e pelos cortes injustificados (INSTITUTO GUAICUY, 2020a).

Desde o início das negociações, havia uma disputa entre as partes sobre se ela seria feita de modo coletivo ou individual. Por um lado, representantes das comunidades atingidas defendiam a negociação coletiva, uma vez que entendiam que as famílias estariam em desvantagem se negociassem individualmente com os advogados da Vale (MPMG, 2019a, p. 172). Por outro lado, em fevereiro de 2019, a Vale, com o apoio da DPMG, exigiu a possibilidade de negociar individualmente com cada família impactada (PJM, 2019b). Em março, o juiz reforçou que as partes teriam liberdade para escolher como negociar indenizações (PJM, 2019c) e em abril, a DPMG, sem o conhecimento das demais instituições do Poder Judiciário, firmou acordo com a Vale, no qual priorizou as negociações individuais. A Vale e a DPMG argumentaram que seria mais rápido chegar a acordos por negociação individual do que por negociação coletiva. O acordo, todavia, não cobria danos coletivos, mas incluía danos materiais e morais. A Vale e a DPMG, previamente e sem a participação

<sup>5</sup> No caso do rio Doce, o auxílio era equivalente a um salário mínimo por família mais 20% desse valor para cada membro adicional. Em Brumadinho, o pagamento era de um salário mínimo por adulto, 50% do valor para cada adolescente e 25% para cada criança.

das vítimas, classificaram os tipos de perdas e definiram valores de referência padronizados. Assim que a oferta era feita, as famílias atingidas tinham um prazo de três dias para aceitar ou rejeitar a proposta (DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS e VALE S.A., 2019).

O Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG), o MPF e a DPU criticaram amplamente o acordo pela falta de transparência nos parâmetros adotados para estabelecer os valores e pela ausência de controle social (G1, 2019b). As limitações do acordo ficaram mais explícitas quando, poucos dias após a assinatura de alguns deles, a mídia divulgou que a Vale possui requerimentos minerários nos bairros atingidos pela lama. Embora a empresa tenha declarado, posteriormente, não ter interesse em minerar a área, as famílias atingidas se sentiram enganadas durante a negociação (G1, 2019e). Apesar disso, nove meses após o acordo com a DPMG, haviam sido assinados quase 5 mil acordos (LINHARES, 2020).

Durante o processo de negociação, reuniões entre a empresa e as instituições de justiça eram realizadas e as propostas eram apresentadas em audiências públicas. Na maioria das audiências, as Instituições do Judiciário (principalmente o MPMG) representaram as comunidades atingidas e o processo formal de negociação nos tribunais teve participação limitada das pessoas atingidas. Neste contexto, “participar” significava apenas estar presente e não expressar opinião nem afetar decisões. As atas das audiências sugerem que houve restrições cumulativas ao comparecimento, o que aumentou a influência das Instituições de Justiça e reduziu o peso das comunidades nos resultados das negociações.

Em setembro de 2019, aproximadamente 100 mil pessoas recebiam o auxílio emergencial o que aumentou ainda mais a dependência econômica da cidade em relação à Vale. Nesse momento, as comunidades atingidas exigiram a prorrogação do pagamento além do prazo acordado de 12 meses. Foi alegado que o auxílio não poderia ser encerrado porque os danos das catástrofes não haviam sido totalmente contabilizados. O juiz, no entanto, indicou que revisaria o valor e os critérios (PJM, 2019d). Em novembro, foi decidido que apenas as pessoas que viviam em áreas específicas ou faziam parte de programas sociais específicos (por exemplo, habitação e produção agrícola) receberiam o valor total por um período adicional de dez meses. Todos os outros teriam seu auxílio reduzido pela metade (PJM, 2019e). A decisão foi criticada principalmente pela falta de transparência na definição de quem continuaria recebendo o pagamento. Como resultado, protestos ocorreram durante o primeiro semestre de 2020 (G1, 2019d, 2020).

Em outubro de 2020, a DPMG e o MPMG apresentaram, em audiência pública, uma proposta sobre o pagamento emergencial, elaborada pelas comunidades atingidas e as Assessorias Técnicas. Esta proposta defendia que os danos do rompimento não estão restritos ao rio, mas se espriam pelo o interior dos municípios afetados. Desse modo, os moradores dos municípios no entorno do lago de Três Marias que foram atingidos também deveriam receber o auxílio emergencial. A Vale não aceitou os termos do acordo, e ficou decidido que a mineradora manteria o pagamento do auxílio até o dia 30 de novembro de 2020 (INSTITUTO GUAICUY, 2020b).

A proposta de acordo para reparação de danos socioeconômicos e socioambientais começou a ser discutida em março de 2020. Em agosto, foi apresentada uma petição conjunta pelo Governo do Estado, DPMG, MPF e a AGU que pedia o pagamento de R\$ 54,6 bilhões, por danos morais coletivos e sociais e a título de compensação à sociedade mineira. No entanto, a Vale apresentou uma “contraproposta” ao TJMG, que está conduzindo a conciliação. Não bastasse a ausência das pessoas atingidas neste processo, a negociação entre o governo, a Vale e as instituições de justiça foi conduzida sob sigilo judicial e este só poderia ser suspenso se houvesse a concordância das partes, inclusive da própria Vale (INSTITUTO GUAICUY, 2020c). Assim, as comunidades atingidas, mais uma vez, não tiveram acesso ao que foi proposto pela mineradora e nem à minuta do governo do Estado, elaborada ante a contraproposta da Vale.

Nesse sentido, para o Procurador Helder Magno da Silva, os moldes deste acordo se assemelham ao TAC Governança no rio Doce, que foi estabelecido sem a participação das comunidades atingidas e, nas palavras da representante de Piedade de Paraopeba, Fernanda Perdigão, este novo acordo seria uma espécie de “leilão dos direitos dos atingidos” (AEDAS, 2020).

A respeito das Assessorias Técnicas, as Instituições de Justiça e os movimentos sociais defenderam sua necessidade, desde o início, para apoiar as comunidades atingidas, que foi assegurada pelo juiz em fevereiro de 2019 (PJM, 2019b). As organizações contratadas para oferecer a Assessoria Técnica identificariam todas as comunidades e famílias impactadas e forneceriam apoio técnico na elaboração, execução e avaliação dos planos de reparação. A região impactada foi dividida em cinco áreas, de acordo com as características sociais e geográficas. Comitês de comunidades atingidas foram organizados e ficaram responsáveis pela escolha da organização para oferecer suporte técnico. A Vale teve que arcar com os custos envolvendo suas atividades (DEFENSORIA PÚBLICA DA UNIÃO, MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, E DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Apesar da precoce aquiescência em relação à assistência técnica, a Vale mostrou forte resistência ao longo do processo. Em março de 2019, a empresa foi criticada por não apresentar sua avaliação do Plano de Trabalho e por adiar a seleção das organizações (PJM, 2019c). A seleção dessas organizações aconteceu entre maio e agosto de 2019 (MPMG, 2019b). No entanto, a Vale se recusou a depositar o dinheiro para pagar as organizações; os recursos só foram creditados seis meses depois, em março de 2020, por ordem judicial (RYNGELBLUM, 2020). Dois meses depois, em maio, a Vale se opôs ao Plano de Trabalho e questionou a legitimidade das organizações escolhidas. Embora o juiz tenha refutado os argumentos da Vale em junho (MPMG, 2020), a empresa atrasou, novamente, o trabalho das organizações.

No caso do desastre da Samarco no rio Doce, o trabalho das Assessorias Técnicas em Mariana e Barra Longa reduziu a relação desigual de poder e proporcionou ganhos consideráveis às comunidades atingidas. Ante este cenário, as evidências sugerem que a Vale tentou boicotar

intencionalmente a iniciativa das Assessorias Técnicas no caso do rio Paraopeba, como forma de garantir a vantagem que já possuía no processo de negociação.

Continuando a análise da situação das pessoas atingidas, na próxima seção discutimos as dimensões do racismo ambiental e da injustiça ambiental.

#### 4 RACISMO E INJUSTIÇA AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO NAS ÁREAS ATINGIDAS EM BRUMADINHO

Se construiu nas últimas décadas, a luz do debate da justiça ambiental, a premissa de que persiste no processo de (re)produção do capitalismo liberalizado a incidência desigual de danos e desastres ambientais, preponderantemente sobre populações étnico-raciais discriminadas, indivíduos de baixa renda, trabalhadores e parcelas marginalizadas da sociedade (ACSELRAD, *et al.*, 2012; ACSELRAD, HERCULANO, e PÁDUA, 2004; ALIER, 2007; PACHECO, 2008). Por isso, quando ocorre uma tragédia ambiental sociotécnica (ZHOURI, OLIVEIRA, ZUCARELLI, E VASCONCELOS, 2018), como o rompimento da Barragem I, é fundamental buscar desvendar quem sofreu (sofre) a violência, em particular o perfil da população atingida.

Entretanto, não se pretende aqui definir quem é ou não é atingido, mas sobretudo, identificar as características raciais e de renda da população na área impactada próxima a barragem. Entenderemos por área impactada, os espaços sociais e físicos onde a mineradora impôs, com a deposição do rejeito proveniente da barragem, um novo uso e dinâmica sobre o território, limitando, alterando ou impossibilitando práticas espaciais anteriores. Isso é, essa definição amplia a noção de pessoa atingida para além dos que tiveram suas casas e vidas soterradas, englobando as comunidades afetadas como um conjunto e ainda compreendendo outros grupos ou indivíduos que usavam ou significavam esses espaços devastados. Todos esses tiveram suas vidas transformadas após a violência sofrida.

Para tanto, trabalhou-se com dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2010, que permitissem identificar as características da população das áreas impactadas nos primeiros quilômetros do caminho do rejeito, especificamente nos primeiros 10 km. São nos primeiros quilômetros onde o desastre apresentou sua face mais destruidora: provocando mortes; devastando casas e avançando sobre o terreno habitado. Foi também no começo do trajeto que o rejeito se encontrava na forma mais densa, produzindo fortes alterações na água, nas margens dos rios e em suas áreas de deposição. O recorte estipulado contempla sete setores censitários: ao longo do córrego do Feijão até o bairro rural de Pires na proximidade da cidade de Brumadinho, já banhado pelo rio Paraopeba.

As áreas atingidas pelo rejeito em Brumadinho eram, de acordo com IBGE, em sua maioria zonas rurais. Dentre elas, destacavam-se duas áreas que eram consideradas áreas urbanas isoladas, e que apresentavam maior aglomeração humana e habitantes: Córrego do Feijão e Parque Cachoeira

(incluindo Parque do Lago). As duas referidas áreas continham juntas mais da metade do total de 2.279 residentes da área delimitada nos primeiros quilômetros da tragédia. Por último, a área de Pires, que se encontrava próxima à cidade de Brumadinho, era caracterizada como aglomerado rural de extensão urbana.

Parque Cachoeira e Parque do Lago compreendiam o maior número de residentes e domicílios próximos à barragem, com 763 moradores e 541 domicílios. Estima-se que só em Parque Cachoeira residiam mais de 500 pessoas (BARBON, 2019). Na área total do setor, o número de moradores, incluindo os residentes de final de semana, pode chegar até 1.500, em cálculos da prefeitura (JORNAL DO BRASIL, 2019). Projeções iniciais indicavam que na parte baixa de Parque Cachoeira pelo menos 50 casas foram totalmente destruídas ou parcialmente atingidas (BARBON, 2019). A segunda localidade com mais habitantes era o Córrego do Feijão, com 415 moradores e 149 domicílios. Não coincidentemente, foi nestas localidades que ocorreu o maior número de fatalidades e de perdas materiais.

O desastre no rio Doce demonstrou ser, sobretudo, nos primeiros quilômetros de destruição provocado pelo rejeito da Samarco/ Vale / BHP Billiton, um evento com fortes indícios de racismo e desigualdade ambiental. As populações atingidas, desabrigadas e as pessoas mortas pelo rompimento eram predominantemente não brancas e os funcionários, em sua maioria, terceirizados. Bento Rodrigues e Paracatu de Baixo, por exemplo, apresentavam uma população de 84,3% e 80% de não brancos respectivamente, em 2010 (GONÇALVES, PINTO E WANDERLEY, 2016). No trajeto do desastre, os efeitos pesaram sobre populações ribeirinhas, indígenas, pescadores, quilombolas, pequenos agricultores e outros grupos marginalizados no campo e na cidade ao longo da bacia do rio Doce.

O caráter desigual de distribuição do desastre, no caso do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, não foi algo excepcional. A desigualdade ambiental é processo recorrente na disposição de rejeitos indesejados e na exposição ao risco sobre a parcela mais pobre e, em geral, não branca da sociedade. Cabe lembrar, que um dos marcos da instauração do movimento por justiça ambiental, nos anos 1980, nos Estados Unidos da América ocorreu em oposição à instalação de aterros de resíduos tóxicos nas periferias urbanas pobres, negras e latinas, no estado da Carolina do Norte (BULLARD, 2004). O racismo ambiental, nesse sentido, pode decorrer de ações intencionalmente racistas na localização de obras de disposição de rejeito ou na produção de desigualdades ambientais que afetam populações excluídas (BULLARD, 2005); ou ser produto de processos estruturais, sem uma evidência explícita de racismo, que garantem o privilégio dos brancos a não estarem expostos aos riscos ambientais ou a serem menos atingidos em tragédias ambientais (PULIDO, 2000).

Em situações de grandes desastres ambientais, o caráter desigual da distribuição dos efeitos perversos sobre grupos sociais excluídos e discriminados tende a ser camuflado pela robustez dos acontecimentos ou mesmo pela homogeneização dos sujeitos em vítimas (ou mesmo números)

sem rosto ou sem história. No caso da tragédia no rio Doce, a desigualdade ambiental foi pouco abordada, apesar de explícita nas feições da população atingida e suas condições sociais.

Apesar da menor proporção em relação ao desastre do rio Doce, a população residente na área afetada pelo rejeito da Vale em Brumadinho era predominantemente de não brancos, 63,8% ou 1.254 habitantes, principalmente negros (pretos e pardos, segundo definição do IBGE). Esta percentagem populacional era superior à encontrada nas médias municipal (52,5%) e estadual (54,6%), inclusive nas áreas rurais, onde há maior predomínio de não brancos (respectivamente, 59,8% e 59,5%). Essa característica indica que a população que estava mais vulnerável ao desastre era, em maior parte negros. Nas áreas indicadas como as mais atingidas, em especial por ter maior concentração de moradores no trajeto do rejeito, Parque Cachoeira e Córrego do Feijão, os percentuais de não brancos chegavam a 70,5% e 58,8%, respectivamente. Ambas maiores que as médias do município e do estado de Minas Gerais.

Ao olharmos com maior cautela os dados, apenas um setor censitário (denominado por nós de Entorno de Parque Cachoeira) apresentou percentual superior de brancos em seu contingente populacional (52,4%). Todos os outros setores apresentavam maior parte dos habitantes de não brancos, ou mais detalhadamente, percentuais superiores a 57%. Contudo, o mesmo setor que apresentava predominância de brancos foi o que continha a segunda pior renda média nominal, com R\$ 410,00 mensal, corroborando o caráter socialmente desigual de renda, associado ao étnico-racial, contido no desastre. Lembrando que, para o ano de 2010, a referência do salário mínimo era de R\$ 510,00.

A média do rendimento nominal mensal para pessoas com mais de 10 anos de idade (com e sem rendimento) na área delimitada nesta pesquisa era de R\$ 475,25, ou seja, 7% a menos que o salário mínimo do período. Dos setores censitários levantados, três apresentavam médias superiores ao salário mínimo. O setor censitário localizado em frente ao Parque Cachoeira se destacava com uma renda de quase R\$ 600,00. Uma das possíveis justificativas está na existência de condomínios de classe média, como o Condomínio Tiradentes, ainda que o valor represente menos de um salário mínimo e meio. Todavia, todos os setores estão abaixo das médias estadual e do município. A característica de renda das áreas analisadas demonstra, que na comparação com o restante da população de Minas Gerais e de Brumadinho, as populações atingidas tinham um perfil de maior pauperismo ou mesmo renda mensal preocupante, inferiores a um salário mínimo. Desse modo, o desastre demonstra tanto uma correlação racial, específica do racismo ambiental, como de renda, que expressam a desigualdade ambiental existente. No caso brasileiro, obviamente, há uma associação estrutural entre as desigualdades de renda e racial (PAIXÃO, ROSSETO, MONTOVANELE, E CARVANO, 2010).

Contudo, apesar do perfil racial majoritariamente negro e de uma população predominantemente pobre nas áreas atingidas, não se deve desconsiderar ou diminuir, de maneira alguma, os outros habitantes que se autodeclararam brancos (826 ou 35,1%) ou que possuem renda mais elevada que a média. Tais indivíduos também são atingidos e sofreram perdas com o desastre da Vale e seus desdobramentos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do capítulo, demonstramos como o desastre do rompimento da Barragem I provocou perdas econômicas para toda a população de Brumadinho e não só às áreas soterradas pela lama da Vale ao longo do ribeirão Ferro-Carvão. Com base no exemplo de Mariana, onde foi interrompida a extração da Samarco após 2015, pudemos indicar os potenciais efeitos da paralisação abrupta da atividade mineral por conta da inviabilidade de funcionamento adequado do complexo mineral. A redução da receita da prefeitura com a queda da arrecadação de impostos e o aumento das despesas dos serviços públicos municipais para atender as vítimas são algumas das perdas econômicas possíveis observadas a nível municipal. Além disso, o rompimento inviabilizou infraestruturas de transporte, o abastecimento de água, além de ter afetado a produção agrícola e o turismo local, os ônus, no entanto, acabam sendo públicos ou individualizados pelas pessoas atingidas.

A falta de uma política de reparação efetiva é uma das provas dos danos internalizados pelos indivíduos atingidos pelo desastre da Vale. A ausência de um plano de emergência efetivo e de um projeto de reparação elaborado de forma preventiva com intensa participação das pessoas atingidas concede à empresa um poder desproporcional no momento da negociação das indenizações e compensações. Pessoas que perderam familiares, ou sua renda, e que dependem de auxílio emergencial da empresa para sobreviver, acabam, em muitos casos, optando por acordos individuais céleres, mesmo que os valores acordados não sejam adequados em relação às suas perdas. Esse cenário, assim, acaba por beneficiar ainda mais corporações causadores dos desastres.

É bom lembrar que as localidades atingidas, situadas nos primeiros dez quilômetros do local de rompimento, são constituídas, sobretudo, por uma população negra e de baixa renda. O desastre, deste modo, perpetua o padrão perverso de desigualdade sociais e racismo da sociedade brasileira, ao afetar em maior proporção negros e pobres.

# A GEOGRAFICIDADE COMO CONCEITO CHAVE PARA COMPREENSÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELO DESASTRE DA VALE

ALFREDO COSTA

RICARDO JUNIOR DE ASSIS FERNANDES GONÇALVES

GABRIELA BARRETO DE OLIVEIRA

ISABEL PATRÍCIA MARTINS BAÊTA GUIMARÃES

MIGUEL FERNANDES FELIPPE

## 1 O PROTAGONISMO DO ESPAÇO

A lógica de funcionamento sociedade moderna sustenta-se em modelos de confiança abstrata baseados em sistemas peritos (GIDDENS, 1997), uma espécie de tecnoutopia (HARVEY, 2018) que revela a crença inabalável na racionalidade humana, expressa nas engenharias e na própria ciência. Levada ao extremo, a reprodução dessa lógica resulta na construção, por exemplo, de um refeitório sob o dique de uma barragem à montante, ou na manutenção de residências em áreas de reconhecido risco de soterramento em caso de rompimento, sem um sistema de alertas ou plano de fuga funcional. Os desastres ambientais da mineração da Samarco, na bacia do rio Doce, e da Vale, na bacia do rio Paraopeba, são evidências cabais de que tais modelos não são infalíveis e devem ser submetidos, regularmente, ao escrutínio e reflexão crítica.

Os recentes rompimentos de barragens em Minas Gerais alteraram profundamente a vida de milhares de pessoas e resultaram em impactos locais, regionais e globais, que vão desde a perda de vidas, moradias e biodiversidade, à contaminação das águas e especulação imobiliária, até desdobramentos na política nacional e no mercado financeiro internacional. Segundo V. C. Oliveira e Oliveira (2019), esses desastres tecnológicos são, em boa medida, resultantes de um longo processo de submissão sistemática do poder público a interesses privados que promovem o intenso emprego

e sobreposição de tecnologias de alto risco para exploração de recursos naturais em situações de forte rigidez locacional. Os autores ressaltam que além de tecnológicos, os desastres são políticos, na medida em que colocam em xeque a capacidade do poder público em regular, licenciar e fiscalizar adequadamente a operação desses empreendimentos.

Andréa Zhouri *et al.* (2016) exemplificam, a partir do crime da Samarco, que o jogo político do fazer minerário no Brasil se alimenta da assimetria de poderes entre as grandes corporações e as pessoas atingidas para dirimir a participação popular nas instâncias decisórias tanto na política ambiental, quanto na reparação dos danos. Com isso, a população é emudecida, emergindo a necessidade de auto organização, luta e resistência para se fazerem ouvir (J. OLIVEIRA, 2019). Assim, é inconcebível compreender os impactos decorrentes do crime da Vale sem trazer à luz a voz dos sujeitos vitimados.

Ao dialogar com diferentes pessoas atingidas, tentamos sempre relacionar suas falas sob o prisma das transformações da paisagem, do cotidiano e das relações humanas e institucionais. Mesmo dando atenção às particularidades dos relatos, é possível apreender questões que integram o emaranhado da memória do grupo e que sinalizam mudanças advindas – direta ou indiretamente – dos desdobramentos da contaminação do rio por rejeitos da mineração. No bojo dessas alterações, procuramos investigar neste capítulo de que maneira o conceito de geograficidade pode ser uma chave para compreensão da relação entre as transformações do espaço e a vida da população atingida, tendo como base as observações e relatos obtidos ao longo da expedição Minas de Lama<sup>1</sup> (M. F. FELIPPE *et al.*, 2020).

Partimos da premissa de que mesmo que a dimensão social da identidade de grupo e sua legitimidade sejam alvo de debates, a dimensão geográfica está sempre presente quando se discutem danos de desastres tecnológicos de megaempreendimentos. Haesbaert (2011) afirma que toda identidade é espacial, uma vez que se realiza contextualizada no espaço-tempo, embora nem toda construção identitária tenha como núcleo central de sua efetivação a referência geográfica. Todavia, quando isso ocorre, é possível falar em uma “identidade territorial”, que pode surgir a partir de uma “reconfiguração contemporânea das identidades territoriais” pautada na ressignificação das territorialidades. Resulta disso, a centralidade do território na remodelagem das identidades “como um referencial indispensável para aglutinar interesses e organizar lutas” (HAESBAERT, 2011, p. 67). Assumimos, portanto, que a reflexão sobre a população atingida – grupo social auto formado pelo desastre ambiental – não pode perder de vista o papel central do território na sua construção.

Não há, também, identidade que não esteja localizada simbolicamente no tempo e no espaço, e não há relação de afetividade que não esteja de alguma forma associada ao lugar. Por isso, além do território, a leitura geográfica do lugar é fundamental para interpretação das implicações do desastre da Vale. Chamamos de identidade de lugar o que M. L. Felipe e Kuhnen

<sup>1</sup> Expedição realizada entre os dias 04 e 06 de fevereiro de 2019 ao longo do rio Paraopeba (Felixlândia a Brumadinho), coordenada pela UFJF em parceria com a UFG e o IFNMG. O relato completo pode ser visto em M. F. Felipe *et al.* (2020), e a avaliação de impactos em Costa *et al.* (2019).

(2012) descrevem como o conjunto de percepções e sensações que um indivíduo acumula a respeito de um determinado espaço físico, que podem ser topofílicas ou topofóbicas (TUAN, 2012). Esse senso de lugar é dinâmico e, ao longo do tempo, é capaz de conformar geografias imaginárias que congregam, entre outros, as características da sua paisagem e as regras de ordenamento que regem o território em que se insere, bem como suas relações simbólicas, de convivência, de afetividade e de tradições. Em seu âmago, traz também elementos ocultos, tanto aqueles que os sentidos não são capazes de revelar, quanto aqueles que os imperativos sociais não permitem a verbalização (L. S. da SILVA, 2020).

O vínculo afetivo com os lugares e sua conexão com as geografias imaginárias são produto de uma relação dialética entre o indivíduo e a coletividade em que ele se insere. Mesmo em comunidade, cada indivíduo formula uma geografia imaginativa única, fruto de combinações excepcionais de experiências coletivas e particulares. As vivências coletivas, por óbvio, envolvem o compartilhamento de experiências que são capazes de conferir ao grupo uma certa unidade. Grandes acontecimentos, por sua vez, que causam ampla ruptura no senso de normalidade, podem implicar na autoformação de grupos sociais. Haesbaert (2011) relata, particularmente, que nessa relação o território é um especificador da experiência social, cujos sentidos não se limitam às suas bases físicas, mas se dá também através da projeção das identidades nas formas e objetos que o compõem.

De Oliveira e de Souza (2010) explicam que os objetos e as formas que compõem o espaço se tornam simbólicos à medida em que a eles são atribuídos significados, e a sua interface geográfica pode ser melhor compreendida se analisada sob a perspectiva dos fixos e fluxos. Nesse caso, formas e objetos podem desempenhar diferentes funções, principalmente quando submetidos às variadas percepções, interpretações e usos, sejam individuais ou coletivos. Segundo R. B. Alves, Kuhnen, e Battiston (2015), a importância simbólica de um lugar se evidencia na relação entre os indivíduos e as estruturas nele presentes, onde os significados atribuídos pelas pessoas se expressam nas emoções e relacionamentos que as vinculam a essas formas/objetos.

O que queremos evidenciar é que essas formas e objetos possuem geograficidade (DARDEL, 1990). A geograficidade se revela na relação indivíduo-meio e é forma constituinte de sua existência (MARTINS, 2007). Essa noção é melhor compreendida quando enxergamos os seres humanos como seres essencialmente espaciais, e que todas as suas experiências se dão no espaço geográfico. A geograficidade é a base pré-consciente e pré-conceitual da geografia (SERPA, 2017). Assim, a geograficidade das formas e dos objetos

[...] emerge da coexistência e da alteridade do homem em relação ao meio, da sociedade ante a natureza. E a geograficidade é dada num duplo sentido. Dois sentidos que são complementares um ao outro, simultaneamente e não um após o outro. Observamos isso quando na apropriação feita por homem-sociedade, no ato de subjetivar o meio/a natureza, no ato primário da compreensão efetuada pela “descrição”. Observe-se aí o fundamento etimológico da palavra “geografia”. (MARTINS, 2007, p. 39).

Cientes de que a geofricidade das formas e objetos se manifesta na relação dialética entre os seres humanos e o meio, e que sua organização espacial é determinante na trama de significados que são atribuídos aos lugares, analisa-se como o tempo influencia a dinâmica desses significados. Tuan (2011, p. 14) afirma que “espaço, tempo e lugar são categorias sobrepostas da experiência humana” e que “tempo e espaço são estruturados em torno da intencionalidade e da atividade” (2011, p. 9). Por essa razão a perspectiva temporal é um elemento chave na análise simbólica e das suas significâncias espaço-temporais (DE OLIVEIRA e DE SOUZA, 2010). Nesse sentido,

O tempo da geofricidade surge da velocidade do ciclo rítmico presente nos diferentes aspectos que compõem a relação entre homem e meio, entre sociedade e natureza. Ou seja, aquilo que dá dinâmica à metamorfose da localização/ distribuição (MARTINS, 2007, p. 41).

Martins (2007, p. 42) sustenta que “o presente é uma simultaneidade desigual de sucessões e durações, fazendo a história presente, por meio de geografias do passado, fazendo da história a geografia em movimento”. A existência do ser é observada na relação entre um jogo de sobreposições, subordinações, tensões, rupturas e amalgamentos entre tempos e espaços passados e presentes em suas mais variadas escalas. Assim, todo processo histórico possui caráter geográfico, sendo o território uma estrutura ativa de iniciativa, autonomia, diferenciação, singularidade, desenvolvimento, estagnação ou regressão, atuando decisivamente na maneira em que se dão os relacionamentos espaciais, bem como na combinação e a distribuição de seus fenômenos (MARTIN, 1997; W. SOARES, 2013). Tais características contribuem decisivamente para a singularidade das resultantes temporais, revelando a geofricidade do espaço como chave de interpretação dos fenômenos humanos.

Os desastres ambientais da mineração em Minas Gerais mostraram-se capazes de alterar profundamente a dinâmica dos territórios que afetaram. Parafraseando Lowenthal (2015), de tão transformadas, as paisagens anteriores ao desastre são como um país estrangeiro, sobretudo no que se refere ao campo das relações. Nesses espaços afetados, a geofricidade se manifesta como uma complexa trama de heranças geográficas na sua construção espacial. As idiosincrasias de cada lugar, a heterogeneidade de cada paisagem, as manifestações de cada território, tudo isso se reverbera em múltiplas escalas na construção da realidade de cada lugar, de cada comunidade atingida, de cada indivíduo. As formas e objetos espaciais têm seus sentidos e usos amplamente ressignificados. Acreditamos que compreender a geofricidade do desastre é o primeiro passo para desinvisibilizar vítimas e espaços descartados por sistemas peritos para deslegitimação (LASCHEFSKI, 2020), na medida em que a tragédia se manifesta de maneira ao mesmo tempo heterogênea e profunda ao longo dos territórios e das vidas afetados.

A lama-rejeito liberada pela ruptura da Barragem I da mina do Complexo Paraopeba II desenhou um rastro de ruína. Com efeito, a geofricidade e as escalas do desastre suplantaram o complexo minerário em Brumadinho/MG. Uma rede de efeitos e conflitos em diferentes escalas

começou a se espalhar na bacia do rio Paraopeba. As implicações territoriais desse evento são processuais e se estendem no espaço e no tempo, impactando sociabilidades e temporalidades da vida e do trabalho no vale do rio Paraopeba.

A elaboração e a sistematização dessas interpretações iniciaram com a experiência da expedição “Minas de Lama” em fevereiro de 2020. Os três dias de campo permitiram percorrer diversos lugares do vale do Paraopeba e entrevistar diferentes sujeitos, tecer observações diretas, anotar percepções em diários de campo e realizar registros audiovisuais. Percebemos as geograficidades do desastre no vale do rio; as escalas de ações da empresa Vale (e terceirizadas) e de órgãos do Estado junto aos territórios; acesso à informação e nível de conhecimento sobre os efeitos da lama-rejeito na qualidade e usos da água; prejuízos socioeconômicos; medo e incerteza quanto ao futuro comum em espaços de existência coletiva como comunidades, bairros, condomínios, ranchos de pesca, propriedades rurais e assentamentos de reforma agrária.

Percorrer centenas de quilômetros, observar, conversar com pessoas em distintas situações de medo, ansiedade e perdas pelo desastre foi revelador do caráter distributivo dos efeitos desse acontecimento e suas diferenças na extensão do vale do Paraopeba. Enquanto em Brumadinho, por exemplo, constatou-se a paisagem exaurida, matizada pela coloração marrom da lama-rejeito de minério de ferro, casas destruídas, raízes e troncos de árvores arrancadas; em outros locais, como em Felixlândia/MG, despontavam o medo e a incerteza da população ribeirinha. Ademais, enquanto no bairro Parque da Cachoeira, Brumadinho, encontravam-se bombeiros exaustos pelos dias seguidos de buscas e viam-se paredes demolidas, telhas, tijolos, camas, sofás, armários e brinquedos misturados na lama-rejeito; no município de Betim, nos lotes do Assentamento Dois de Julho, a poucos quilômetros dali, trabalhadores lutavam contra ameaças de prejuízos, devido às perdas de plantações e de animais domésticos diante da interrupção do abastecimento de água.

Essas evidências demonstram que refletir a geograficidade do desastre requer, ao mesmo tempo, um esforço de sistematização de suas escalas no espaço e no tempo. A aproximação com as pessoas atingidas e as comunidades e as experiências anteriores na bacia do rio Doce (M. F. FELIPPE, MAGALHÃES JUNIOR, *et al.*, 2016), permitiram estruturar o que se denomina aqui de “dimensões geográficas do desastre”.

A primeira dimensão é a territorial. Isso quer dizer que o desastre da Vale não se reduziu ao entorno da Barragem I ou ao município de Brumadinho. O desastre repercutiu territorialmente em centenas de quilômetros além de seu epicentro, promovendo uma rede de efeitos e processos de “pilhagem territorial” (PERPETUA, 2016) e processos de acumulação por despossessão (LASCHEFSKI, 2020), fraturando modos de vida indiscriminadamente e com maior força onde as relações de permanência são mais frágeis, em assentamentos, territórios indígenas e quilombolas. Numa escala territorial abrangente, agricultores familiares, assentados de reforma agrária, pescadores, ribeirinhos, mulheres e homens do campo e das cidades presenciaram perdas econômicas e rupturas culturais. Sujeitos para quem o rio Paraopeba era um bem comum e cuja identidade foi simbólica e territorialmente construída na relação com os espaços da vida e do trabalho.

A segunda dimensão é a econômica. Ela explicita os processos de recessão econômica e desemprego nos municípios minerados e impactados por desastres como no caso de Brumadinho/vale do Paraopeba. Manifesta-se em uma escala que evidencia e agrava a problemática da minério-dependência (COELHO, 2017) diante da ausência de diversificação econômica e dependência orçamentária em relação à atividade extrativa, que em situação de desastre fica comprometida (MILANEZ *et al.*, 2019). Ademais, ela não se reduz aos impactos no trabalho e arrecadações diretamente ligadas à mineração, pois um desastre de grandes proporções como o da Vale inviabiliza uma rede de atividades como agricultura, pecuária, pesca e lazer. Atividades essas que na perspectiva da escala econômica desempenham centralidades nos circuitos curtos de economias locais.

A terceira é a humana; através dela, chama-se atenção para a relação entre o desastre da Vale e os agravos na saúde de trabalhadores e demais sujeitos que residem nos territórios impactados. Pois, além da morte de dezenas de trabalhadores, os efeitos do desastre implicaram no adoecimento de pessoas, especialmente com casos de fobias, pânico, medo, depressão e suicídios. Por isso, a dimensão humana do desastre é expressiva do que Souza (2019) denomina sofrimento ambiental físico e psíquico. Há que considerar ainda o medo que tolda a realidade cotidiana de pessoas que vivem no entorno de barragens de mineração em situações de riscos. Logo, percebe-se que o sofrimento ambiental também se manifesta de maneira distinta no espaço e no tempo, e a escala humana do desastre é reveladora desse tipo peculiar de sofrimento social (GONÇALVES, 2020; SOUZA, 2019).

Por fim, em todas essas perspectivas, transpassa-se a dimensão da temporalidade. Inicialmente, essa abordagem pressupõe analisar e compreender o desastre da Vale como um acontecimento processual, com níveis de intensidades distintos, mas com implicações contínuas e que podem permanecer por décadas ou até séculos no vale do Paraopeba. Aspectos como a permanência de metais pesados nas águas do rio e a inutilização de solos de cultivos devido à lama-rejeito, as lutas judiciais em ações de indenizações para reparação de danos, o agravamento de doenças como depressão e aumento de casos de suicídios ou tentativas (R. FREITAS e ALMEIDA, 2020) sinalizam uma tragédia sem perspectiva de fim.

A perspectiva temporal toca ainda a dimensão do viver, a esfera do tempo cotidiano das pessoas imbricadas nos efeitos do desastre da Vale. Vidas foram desestabilizadas diante de distintas situações cotidianas que requerem energia e disposição de tempo para participação em reuniões de articulação de lutas, participação em audiências, ou reuniões com propósitos de negociações de reparos de danos. Tudo isso retira as pessoas de suas casas, do tempo dedicado à convivência familiar, aos estudos, ao trabalho e ao lazer.

Em suma, a abordagem geográfica do desastre da Vale sublinha que sua geograficidade, ao apreender as implicações distributivas dos efeitos e conflitos, assim como as suas heterogeneidades na extensão territorial do vale do Paraopeba, requer o referencial escalar. Por isso, através da análise das distintas dimensões e escalas do desastre aprofunda-se a interpretação e a crítica desse evento e do modelo de mineração predatório em Minas Gerais e no Brasil.

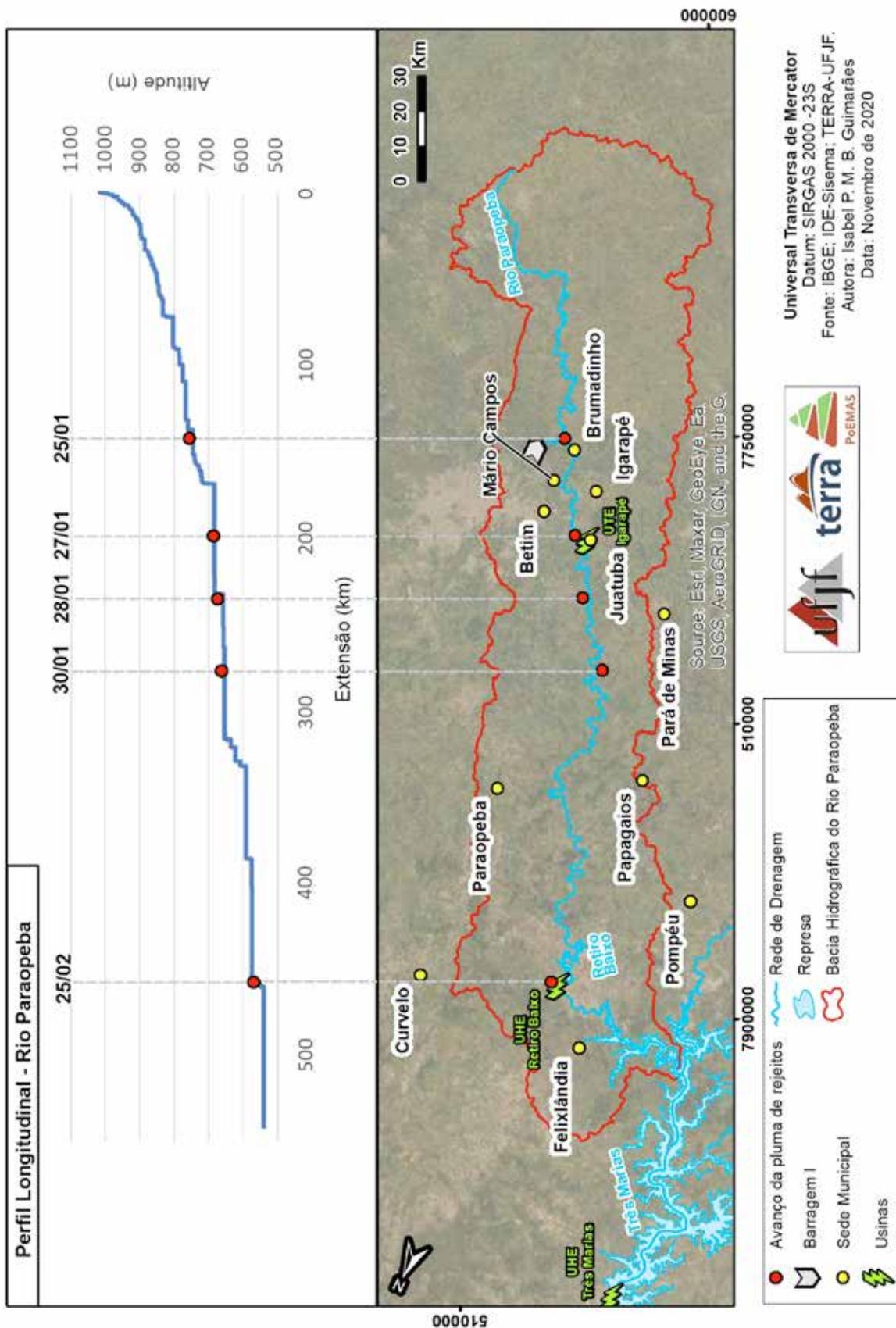
## 2 A MANIFESTAÇÃO DA GEOGRAFICIDADE PELOS EFEITOS DO ROMPIMENTO

O rompimento da Barragem I do Complexo Paraopeba II causou uma série de danos ambientais ao longo da bacia do rio Paraopeba, razoavelmente relatados pela literatura acadêmica: Costa *et al.* (2019) utilizaram interpretações qualitativas para identificar os danos no meio físico, biótico e socioeconômico, ao longo de todo o rio Paraopeba; Felix *et al.* (2020) e Noal, Rabelo, e Chachamovich (2019) debruçaram-se sobre os impactos psicossociais e de saúde mental na população do município de Brumadinho; Thompson *et al.* (2020) discutiram os efeitos do rompimento na qualidade de água e em ensaios *in vivo* na ictiofauna; de Lima, Picanço, da Silva, e Acordes (2020) descreveram os efeitos geomorfológicos da corrida de lama decorrente do rompimento; A. A. Silva, Lunas, Bicalho, e Maciel (2019) relataram os impactos na aldeia indígena Naô Xohã; entre outros. Todos esses trabalhos, apesar dos variados enfoques e temáticas, concordam sobre a gravidade dos danos causados e à complexidade de suas reverberações. Porém, os rejeitos atingiram as diversas localidades ao longo do corredor hídrico em tempos distintos e de modos particulares (Figura 7.1).

Na expedição Minas de Lama constatamos que, de um modo geral, os danos visíveis concentravam-se próximos ao local do rompimento, assim como o esperado, ainda que fosse inegável que se estendiam até ao menos a represa de Retiro Baixo, em Felixlândia. Todavia, as consequências da passagem da lama se pronunciam de modo distinto no tempo e no espaço. Se, do ponto de vista temporal, impactos imediatos, de médio e longo prazos se manifestam, sob o olhar espacial a conjuntura sicionatural de cada lugar produz idiossincrasias que podem se configurar em maiores ou menores fragilidade e resiliência. Assim, um mesmo dano ambiental se manifesta de modo distinto ao longo da bacia do Paraopeba. Não estamos aqui nos referindo a uma tentadora hierarquização dos impactos, mas a uma tácita percepção de que a interescalaridade do desastre irrompe no cotidiano de pessoas e comunidades em seus lugares, com significância e magnitude específicas e, quiçá, incomparáveis.

Primeiramente, devemos ter clareza que antes mesmo do rompimento da Barragem I, diversas comunidades já eram assoladas pelos impactos negativos associados à mineração no Complexo Paraopeba II. Porém, tomando o momento do colapso como ponto de partida, uma miríade de danos físicos, bióticos e socioeconômicos são notados de forma distintas ao longo do corredor hídrico. Com relação ao meio biótico, o principal dano decorrente do rompimento e que se estendeu ao longo de todos os pontos visitados nessa expedição foi a modificação de habitats. Certamente, esse dano ocorreu em forma de gradiente, ou seja, potencializado próximo ao local do rompimento e mostrando-se menos intenso a jusante. Já no que tange aos danos físicos e socioeconômicos, é possível inferir que a geração de expectativas na população e a perda de qualidade das águas foram os danos mais frequentemente notados, presentes todos os locais visitados (COSTA *et al.*, 2019).

Figura 7.1 – Avanço dos rejeitos ao longo do perfil longitudinal do corredor hídrico afetado



Fonte: Os autores, a partir das bases cartográficas IBGE e IGAM.

Compreendendo os danos imediatos à área diretamente afetada, nota-se a quase completa obliteração do vale do ribeirão Ferro-Carvão, alterando diretamente as feições fluviais do corpo d'água com a deposição da lama tóxica. A energia inserida de forma brusca nos sistemas ambientais locais promoveu, desta maneira, a devastação do que havia no percurso. de Lima *et al.* (2020) e Eduardo, Silva, e Felipe (No prelo) evidenciam as transformações geomorfológicas na bacia do Ferro-Carvão, que tiveram como consequência, a destruição de parte do bairro Parque da Cachoeira.

Eu não perdi bens, meu terreno está no alto, bem acima. Mas eu conheço muitas pessoas que perderam casas aqui. Eu descia aqui sempre, era cheio de casas naquela baixada ali, inclusive nesta entrada, no quintal desta casa tinha uma piscina no fundo, estou tentando localizar, mas, a lama engoliu ela. Nestas casas arrancadas pela metade e invadidas pela lama tinham gente, as pessoas saíram. Um córrego descia do morro e escorria até o Paraopeba. Tinha muita vegetação, uma moita de bambu grande que a lama arrancou. Aqui era mato e quem viu comentou que a lama descia deitando mato de todo tipo. Isto aqui é um loteamento e acima eram as propriedades de agricultores, criação de gado, hortaliças, eram terrenos mais amplos e tinham muita gente que mexia com hortaliças, era puro hortaliça, era o que via. (Entrevistado 4, Brumadinho/MG, 06/02/2019).

Portanto, além da perda massiva de vidas humanas na localidade, observa-se perda de fauna e flora aquáticas e terrestres que foram atingidas pela lama-rejeito. Em função dessa severa alteração ambiental, a cadeia trófica foi completamente afetada, e a troca genética, via corredores ecológicos, prejudicada. Conforme previsto por M. F. Felipe *et al.* (2020), a proliferação de doenças em decorrência do desequilíbrio ecológico foi atestada posteriormente por Rodrigues *et al.* (2020), que investigaram os aumentos de casos de dengue e Chikungunya em Brumadinho.

Além da biota, o fluxo de rejeitos alterou as formas do relevo por meio do preenchimento da planície fluvial preexistente, formando uma “nova” planície, mais larga e plana que a original (EDUARDO *et al.*, No prelo). Ao material tecnogênico, somou-se àquele removido pelo impacto mecânico sobre as vertentes e os terraços fluviais (destruição de horizontes superficiais do solo), promovendo a degradação do solo, além da interferência nas trocas químicas em todo o perfil após o recobrimento e compactação pelo material depositado (M. F. FELIPPE *et al.*, 2020). Esse novo cenário, inviabiliza os relatados cultivos.

No centro de Brumadinho, a água turva do rio Paraopeba virou uma ferida aberta na paisagem. Além das perdas materiais, a insegurança relacionada às expectativas sobre a atuação da mineradora foi um dos elementos que afetaram a saúde mental da população, já que a mineração é uma das maiores fontes de entrada de capital no município e que uma parcela significativa da população era empregada pela Vale (ou possuía vínculos com funcionários da empresa). Os danos à saúde mental causados pelo trauma e as expectativas de novos desastres provocaram grande receio e insegurança entre os profissionais da mineradora. Essa temática foi foco dos estudos de Felix *et al.* (2020) e Noal *et al.* (2019), que evidenciaram a complexidade das relações psicossociais afetadas pelo desastre e que se manifestam cotidianamente na vida das pessoas atingidas.

Como é que cê volta a trabalhar num lugar que cê sabe que tem um punhado de amigo seu enterrado? E eu acho que não acha todo mundo, porque é, pelo tempo... a carne da gente é muito fraca, né? Doze dias já (...). Decompõe muito rápido, né? Tá achando e não tá abrindo caixão (...). (Entrevistado 5, Brumadinho/MG, 06/02/2019)

O aumento da carga sedimentar do rio, culminando em valores de turbidez extremamente elevados, foi uma constante, mas com ainda maior intensidade no trecho entre a confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba até a Usina Termelétrica de Igarapé (UTE Igarapé), em Juatuba. A situação insalubre e imprópria da água afetou o movimento dos estabelecimentos de lazer (sobretudo “pesqueiros”), dada a óbvia impossibilidade de pesca e banhos no rio. Em função disso, a renda familiar dos que dependiam desse tipo de atividade ao longo de todo o Paraopeba foi severamente afetada.

É pesqueiro, né?! A minha maior renda que tenho hoje era o pesqueiro, porque depois do impacto desta barragem aí, em um dia igual ontem mesmo, com água limpinha do jeito que tava e era dia de ter 80, 100 pessoas aí e ontem não tinha nenhum. (...) É ninguém veio, a água tá limpa ainda, né?! E ninguém veio porque tá todo mundo achando que a água tá suja, porque tem até gente comentando que pra passar em cima da ponte de carro tem que passar com os vidros fechados (Entrevistado 6, Curvelo/MG, 04/02/2019).

Diminuiu 70% do pessoal, porque as informações de rádio principalmente da Itatiaia, tem falado que é pra gente não se banhar, afastar da água, então o pessoal mais consciente deixou de frequentar, mas ainda tem uns que vai nadar, né? (Entrevistado 7, Curvelo/MG, 04/02/2019)

A deposição de parte do rejeito no fundo do rio é um fator que altera o habitat e prejudica a vida aquática, pois indisponibiliza nutrientes importantes para o desenvolvimento da microfauna e de organismos bentônicos, assim como de plantas aquáticas que retiram os nutrientes do fundo do rio e da coluna d'água. Assim, os demais níveis tróficos da teia alimentar também são afetados, gerando mortalidade e contaminação dos seres. Thompson *et al.* (2020) realizaram análises ecotoxicológicas que demonstraram a mortalidade de embriões de peixes devido à contaminação da água pelos rejeitos, evidenciando o risco à população ribeirinha. Por esse motivo, é fortemente desaconselhável a pesca e consumo de peixes e o banho de rio, enquanto os contaminantes estiverem presentes (ainda que sazonalmente).

Se por um lado, os impactos continuam rio-abaixo, a desassistência à população se mostrou ainda mais explícita nos trechos a jusante de Juatuba. Moradores que habitavam as margens do rio em Pará de Minas (Condomínio Paraopeba, próximo à comunidade de Córrego do Barro) comentaram que não houve procura por iniciativa das partes responsáveis. Como consequência, a desinformação aumentou a vulnerabilidade da população. Alguns relatos sobre o consumo de peixe denotam o risco associado a esse cenário.

Mas não faz mal também não, tudo que vai na gordura e no tempero quente não mata não, entendeu? Se eu pegasse também eu comia (...) Não é a primeira vez e outra coisa: agora, pode ser realmente a contaminação da água por causa desse rompimento da barragem, mas

já descia, antes mesmo. Porque, antigamente, quando a lavação era... lavação de minério era direto no Paraopeba, jogava, descarregava no Paraopeba, a água do Paraopeba era vermelhinha (...). E os peixe já tava adaptado né, com essa cor da água, com a poluição que tinha antigamente. Agora com esse rompimento, parece que eles usa um produto quase que é... tipo usado pra lavar outro, né, ou acho que, ou não? (Entrevistado 8, Pará de Minas/MG, 05/02/2019).

Teve um montão de gente pescando, a gente informa as pessoas, a gente fala, mas tem gente que não acredita, a gente explica, mas a cabeça dos outros é muito difícil entender. (...) Olha, a gente teve notícia de que morreu uns peixe ali para cima (Entrevistado 7, Curvelo/MG, 04/02/2019).

Foi relatado com curiosidade que, nos dias anteriores à “chegada da lama”, os moradores perceberam “que o rio estava cheio de peixes”, na altura de Curvelo. Não se pode afirmar se isso se relacionava a uma fuga da ictiofauna dos trechos atingidos pelos rejeitos, ou a um outro fenômeno paralelo. Todavia, esse relato se soma a um obtido em Cachoeira do Choro, sobre a fuga de aves aquáticas.

Se por um lado a ausência de informações responsáveis e confiáveis leva à negligência e desconhecimento dos riscos de contaminação pelo contato com a água e consumo de seus peixes, por outro, pode levar à desestruturação econômica e social de comunidades que são assoladas por notícias alarmistas. Em Felixlândia, o aspecto visual da água do rio Paraopeba (incolor, sem níveis significativos de turbidez) não inibiu a propagação de comentários que perturbaram os moradores locais. Evidentemente, a translucidez da água não pode ser tomada como referência para sua qualidade, mas não é esse o ponto-chave. A grande questão é que a “contaminação esperada” foi suficiente para promover a redução da renda familiar e a desvalorização imobiliária para a população que vive às margens do Paraopeba.

4P.: (...) Tem muita gente que tem criação de animal aqui?

R.: Tinha, mas muita gente já foi embora e levou embora. (...) Levou embora, vendeu barato. (...) Mais era gado.

P.: E o valor dos lotes, como é que eles variam aqui?

R.: Mais próximo do rio é mais caro, aqui um lote de 600 m na beira do rio é sessenta mil, no meio quarenta, e na parte alta trinta e cinco, mas hoje começa a cair muito. (...) De lá caiu muito, o meu continua o mesmo preço, tem lote de vinte do mesmo tamanho do lote que antes era de quarenta (Entrevistado 9, Felixlândia/MG, 04/02/2019).

Tais narrativas apontam para a complexidade acerca das inferências sobre a saúde do rio Paraopeba. Por um lado, o rio já vinha sendo assolado por rejeitos urbano-industriais, agrícolas e pela própria mineração, porém, o inquestionável acréscimo dos rejeitos em suas águas deixou a situação ainda mais severa. Por outro lado, a fauna abundante corriqueiramente relatada suscita estudos para melhor compreender o processo de recuperação desse habitat.

Em um território complexo e heterogêneo como a bacia do Paraopeba, mesmo diante de um desastre das proporções que observamos, populações atingidas são, por vezes, invisibilizadas

e negligenciadas. Em um cenário de incertezas, a desinformação sobre danos físicos em geral (em especial a contaminação da água) aumenta a magnitude dos danos de ordem social. Assim, a alteração dos modos de vida das pessoas atingidas e as expectativas geradas pelo crime parecem conduzir os cenários vistos a um futuro de incógnitas e injustiças que necessitam de ser cessadas.

Por outro lado, muitas vezes a interpretação de uma geograficidade simplória e rasa serve a intencionalidades escusas. Disso advém as estratégias das empresas de fazerem intervenções meramente estéticas com o objetivo de promover uma falsa impressão de recuperação ambiental (*greenwashing*), algo que, inclusive, alimenta e subsidia a produção de peças publicitárias pautadas no chamado marketing verde. Esse tipo de iniciativa atende muito bem aos interesses econômicos das empresas, na medida em que impactam positivamente na opinião pública e dos investidores, reforçando o processo de invisibilização das pessoas atingidos e dos espaços por elas habitados.

Sob a égide da hierarquização e categorização dos impactos para fins de reparação e recuperação (argumentos utilizados corriqueiramente para definir prioridades de ação), há uma nítida perda do caráter espacial do debate. Com isso, perde-se o propósito central desse tipo de avaliação, que deveria ser compreender as reverberações na população dos danos descritos, e passa-se a um discurso demagógico do impacto pelo impacto.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geograficidade é um conceito amplo, em formação, e que dialoga com os mais diferentes campos epistêmicos. Neste trabalho, as categorias de análise território e lugar foram utilizadas de maneira complementar, na medida em que a geograficidade do desastre se manifesta nas objetivas relações de poder no território, considerando-se, por exemplo a geopolítica que envolve a relação empresa-governo-população, mas também no subjetivo prisma das relações do indivíduo com o lugar, que tem em conta seus modos de vida, que inclui sua relação com a água e sua influência nas diversas formas de convivência e de reprodução coletiva. Ademais, isso permitiu apreender distintas dimensões do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba.

As experiências humanas se dão sempre, em alguma medida, no espaço geográfico, e esse espaço é atravessado por relações humanas objetivas e subjetivas. As alterações nele provocadas são capazes de interferir na maneira através da qual os indivíduos reproduzem seus meios de vida. No caso dos desastres ambientais da mineração, revela-se uma sucessão de eventos contínuos, sobrepostos, interescares e de alcance variável. De um lado, a materialidade do desastre é explicitada pelas marcas da destruição ainda presentes no território, pela lama-rejeito que ciclicamente retoma o rio Paraopeba no período das chuvas, pela morbidade e mortalidade da fauna e da flora, pela disseminação de doenças, e pela impossibilidade de aproveitamento da água para usos diversos. De outro, a imaterialidade se revela nas intensas negociações jurídicas, na especulação imobiliária, na perda de renda, na discriminação das pessoas atingidas pela responsabilização das consequências

econômicas, na geração de expectativas, de intranquilidade, de insegurança, medo, de revolta, etc. *ad nauseum*. Mesmo anos após o rompimento da Barragem I, velhas consequências permanecem e novas se apresentam às pessoas atingidas.

Por tudo isso, afirmamos que quaisquer meras descrições dos danos sofridos pelos indivíduos já nascem caducas, seja pela inobservância da complexidade inerente à trama espaço-temporal dos danos, seja pela impossibilidade de se traduzir a experiência vivida pelos sujeitos atingidos. Esse argumento que é, inclusive, suficiente para deslegitimar os sistemas pretensamente peritos para identificação de vítimas que não tenham como pressuposto basilar a continuidade do desastre no tempo e no espaço. Outrossim, ler e compreender o lastro espacial na conformação das consequências do desastre é trazer à luz parte das idiosincrasias ocultas da reprodução social do espaço geográfico, onde os sujeitos são protagonistas da geograficidade que os cerca.

# RELEVO TECNOGÊNICO E (RE)TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO

CAROLINA CAMPOS EDUARDO OLIVEIRA  
TELMA MENDES DA SILVA  
THOMAZ ALVISI DE OLIVEIRA  
RODRIGO BATISTA LOBATO

## 1 QUADROS GEOGRÁFICOS DE UMA TRAGÉDIA ANUNCIADA

Para se realizar uma abordagem espacial sobre o rompimento da Barragem I em Brumadinho, utilizaremos a concepção de Quadros Geográficos (GOMES, 2017), a qual discorre sobre a leitura geográfica de imagens que se concretiza na composição de quadros distintos. Entender a paisagem tecnogênica por esse viés, requer a interpretação conjunta de elementos da dinâmica natural em paralelo com as ações humanas, cujas relações serão estabelecidas por meio de formas materializadas, tais como as feições antropogênicas, a ocupação do local, sua expressividade e a narrativa inscrita na moldura desses quadros (GOMES, 2017).

Neste trabalho, a composição do quadro geográfico do desastre está representada pelos princípios de localização, extensão e forma, conforme Gomes (2017) e foi sistematizada utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para a produção de mapeamentos, fointerpretação de imagens de satélites e pela interpretação in loco.

A compreensão do arranjo dos quadros geográficos está vinculada a um entendimento das relações entre sociedade e seu ambiente ao longo da história da humanidade. Ao tratar dos colapsos das sociedades (DIAMOND, 2005), estes sempre ocorreram, sejam em escala local ou regional, mas na atualidade alguns de seus efeitos assumem amplitudes regionais ou mesmo continentais. Independentemente da escala de tempo, ocorrendo desde as sociedades primitivas, modernas

ou mesmo na contemporaneidade. O desastre ambiental da empresa Samarco S.A. em Mariana, ocorrido em 2015, é um exemplo de catástrofe ambiental em escala regional, atingindo dois estados (MG e ES) com uma extensão de 879 km, percorrido entre a barragem rompida até a foz do rio Doce, no município de Linhares/ES.

Esse tipo de análise que envolve a relação sociedade-natureza, tem sido realizado por um panorama da Geo-história Ambiental e, de acordo com Winiwarter (2010), pesquisadores dessa área têm em comum a forma de apreciar as relações natureza-sociedade trabalhando, implicitamente, com a noção dos seres humanos desafiando os sistemas naturais.

Pode-se assim discernir, que o desafio ambiental se alterou no tempo. Antes havia um protagonismo das sociedades e, desde a revolução industrial, tem-se as corporações na busca pelos recursos naturais como matéria-prima. Assim as empresas apoiadas na ideia de Desenvolvimento Sustentável, continuam causando mais danos ambientais que proteção, no qual Boff (2012) salienta que desenvolvimento e sustentabilidade obedecem a lógicas que se contrapõem.

O desenvolvimento que realmente existente é linear, crescente, explora a natureza e privilegia a acumulação privada. É a economia política de viés capitalista. A categoria sustentabilidade, ao contrário, provém das ciências da vida e da ecologia, cuja lógica é circular e incluyente (BOFF, 2012).

Mas quando a lógica desenvolvimentista se sobrepõe à sustentabilidade, coloca vidas humanas em uma trilha de desastres e mortes. Sobre essa imposição, Milton Santos compreende o mundo por uma globalização perversa, na qual “esta é uma das bases do subsistema ideológico que comanda outros subsistemas da vida social, formando uma constelação que tanto orienta e dirige a produção da economia como também a produção da vida” (M. SANTOS, 2006, p. 24).

Observa-se em diversos trabalhos científicos o uso recorrente do conceito de desastre com o complemento “natural” (KOBAYAMA *et al.*, 2006; SOBRAL *et al.*, 2010; TOMINAGA, SANTORO, e AMARAL, 2009), como se a natureza fosse tão responsável quanto os seres humanos pelo estado de calamidade que uma comunidade viesse a sofrer. No entanto, recentemente, essa postura tem mudado, de maneira que a nomenclatura dos desastres vem acompanhada do significado “ambiental” (SPINK, 2014), dentro de uma interpretação mais sociológica, que considera os desastres como processos complexos, socialmente construídos.

A Defesa Civil apresenta outra classificação aplicada a desastres, que recebe o complemento tecnológico (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2003). Indaga-se, no entanto, se esta representação retira, em verdade, os holofotes das ações humanas e/ou das corporações. Assim sendo, constata-se que esse termo faz relevância diretamente sobre a tecnologia em si.

Ambientais ou tecnológicos, há, de qualquer forma, referência a ação do ser humano em potencializar esse cataclismo; mas trataremos neste capítulo dos efeitos provocados pelo rompimento da Barragem I em Brumadinho enquanto desastre ambiental. Esse quadro gerado pela intervenção humana fundamentou novas interpretações na evolução da paisagem, uma que leva

em consideração a magnitude, intensidade e alteração drástica do terreno pelas ações diretas e indiretas das atividades do ser humano (Antropoceno), e outra considerando os efeitos das mudanças e impactos ambientais catalisados pelo sistema econômico vigente (Capitaloceno).

A posição espacial das mineradoras, assim como a escolha da tipologia e operacionalização das barragens de rejeitos, além de não respeitarem parâmetros técnicos e legais<sup>1</sup>, não consideraram a dimensão espacial de impacto de lama e detritos que podem levar a um rastro de destruição com graves impactos econômicos, apagando aspectos naturais, histórico-culturais e toponímicos, como ocorreu em Brumadinho no loteamento Parque da Cachoeira e Vila Ferteco, locais mais atingidos antes dos rejeitos chegarem no rio Paraopeba. A esse respeito, a Resolução Conama 237/97 em seu art. 1º inciso III descreve impacto ambiental regional e o art.4º inciso III trata da escala de ação de impacto.

Ao olharmos para as áreas de extração mineral, identificamos morfologias e processos antropogênicos e caracterizamos terrenos tecnogênicos que possibilitam o reconhecimento acerca da intervenção humana sobre a natureza e suas dinâmicas, constituindo-se em marcos estratigráficos na paisagem (PELOGGIA, 1997). Pode-se, assim, categorizar tais marcos e suas (re)configurações buscando-se compreendê-las à luz do porquê da lógica de suas localizações, seja ordenada por elementos naturais e/ou humanos (GOMES, 2017).

“[...] em termos de processos geológico-geomorfológicos, as alterações geradas na paisagem pela ação humana são bem próximas do nosso cotidiano e podem ter origem agradacional – depósitos tecnogênicos resultantes dos processos de remobilização sobre terreno natural ou escavado (p. ex. aterros em geral, diques e barragens, bota-foras, depósitos de lixo e aterros sanitários, enrocamentos); assim como degradacional – terrenos naturais ou tecnogênicos alterados em sua morfologia por perda de volume de material (p. ex. sulcos, ravinas, voçorocas, escorregamentos em geral, dolinas, poços, sumidouros, depressões, cortes de terraplanagem, cavas de mineração), além de terrenos tecnogênicos modificados *in situ* como solos quimicamente ou mecanicamente alterados e terrenos tecnogênicos mistos resultantes de superposições de ações antrópicas, tais como aterros sobre depósito/assoreamento induzido ou aterro alterado por efluentes (PELOGGIA *et al.*, 2014; PELOGGIA, 2019)” (T. M. D. S. da SILVA e EDUARDO, 2020, p. 5).

Essas formas de relevos tecnogênicos, nos permitem analisar e compreender as transformações na paisagem do Complexo Paraopeba II, de propriedade da mineradora Vale S.A. Dentro de uma lógica do Antropoceno e/ou Capitaloceno, o estudo de uma paisagem alterada pelas atividades da mineração, permite a articulação de diferentes aspectos sobre a evolução geomorfológica, para além de uma ciência meramente descritiva das formas, processo e materiais operantes em um sistema.

<sup>1</sup> Decreto-Lei no 227/69 com a regulamentação do código de mineração; Leis 7805/89 discorrendo sobre a lavra garimpeira; Resoluções CONAMA 09/90 e 10/90 dispõem mais especificamente sobre o licenciamento da atividade de mineração; Lei 7805/89 com art 3º para outorga da permissão de lavra garimpeira; Resolução CONAMA 9/90 com exigência de EIA/RIMA.

## 2 MINERAÇÃO E PAISAGEM EM BRUMADINHO: OLHAR SISTÊMICO

A interação secular entre sociedade e natureza culmina em complexidades atuais muito específicas e um dos desdobramentos é a construção de paisagens com múltiplos significados. Tal como apontado por Jackson (2003), em difusão das ideias de Denis Edmund Cosgrove (1948-2008) que entrelaçam cultura e paisagem, “a paisagem é ‘uma forma de ver’, então existem potencialmente tantas maneiras de ver quanto olhos para ver” (JACKSON, 2003, p. 177).

Essa multitude existencial da paisagem foi também compreendida por Besse (2014) e transmitida à comunidade científica a partir de cinco possibilidades (portas) para a leitura dos “problemas paisagísticos contemporâneos”. Uma dessas possibilidades trafega por vias congruentes ao entendimento de que a paisagem se define “como um território produzido e praticado pelas sociedades humanas, por motivos que são, ao mesmo tempo econômicos, políticos e culturais” (BESSE, 2014, p. 27).

Concordamos com o autor (op. cit.) quando afirma que a paisagem é um espaço da superfície da Terra organizado a partir da impressão coletiva da atividade humana sobre essa superfície. Como fora revelado por Dolfuss (1973), a expressão da paisagem em área, corresponde à extensão dos sistemas que se organizam espacialmente em superfície e à intensidade das relações que se desdobram entre seus elementos. A paisagem, nesse escopo, é o produto derivado dessas relações, engendradas pelas trocas de energia e matéria entre os sistemas naturais e o sistema antrópico. Essas relações, acredita Besse (2014) são responsáveis pela tessitura morfológica da paisagem, engendrada a partir das trocas verticais entre a sociedade e a natureza.

Os tipos de uso dados à terra corroboram com esse resultado uma vez que, é a atividade orientada sobre a superfície, bem como a sua intensidade, que vão definir a reorganização dos fluxos energéticos e de materiais presentes no ambiente, servindo de gatilho para a instalação de processos que tendem a alterar os ritmos periódicos dos sistemas naturais e fomentar a dinâmica ou a evolução das paisagens, conceitos amplamente divulgados e aplicados no âmbito da concepção geossistêmica de análise das paisagens (CAVALCANTI e CORRÊA, 2014; KUZMENKO, 2011; MARQUES NETO, 2018; NECHAYEVA, 2009; T. A. OLIVEIRA, 2013; T. A. OLIVEIRA, VIADANA, e PEREIRA, 2019; RODRIGUEZ, DA SILVA, e CAVALCANTI, 2007; SOTCHAVA, 1978).

Por essa aproximação, a dinâmica da paisagem está relacionada às alterações processadas nas variáveis de estado dos sistemas que a compõem. São variações periódicas e reversíveis, derivadas de mecanismos autorreguladores que funcionam no sentido de dar estabilidade aos fluxos sistêmicos presentes. Canais de drenagem, por exemplo, tendem a reajustar o trabalho erosivo todas as vezes que a diferença altimétrica entre uma seção qualquer do canal e o nível de base é alterado. Fala-se em evolução quando a estrutura da paisagem é rompida, ou seja, o funcionamento sistêmico é alterado de forma irreversível, com a imposição de novas direções aos

fluxos energéticos e de material. Essa situação se verifica, por exemplo, quando um volume muito grande de matéria recobre terrenos com inclinações que permitem o transporte dos materiais, promovendo o aplainamento da área e oferecendo condições para a instalação de processos deposicionais, que passam a ser predominantes; caso do entulhamento de um vale fluvial por detritos.

No contexto da atividade mineradora a fragmentação dos ambientes pode atingir grau máximo, culminando na elaboração de novas paisagens, a depender da extensão dos sistemas componentes. Estas paisagens são compreendidas como formações antroponaturais, representadas por um conjunto sistêmico territorial constituído “por elementos naturais e antropotecnogêncios condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens originais” (RODRIGUEZ *et al.*, 2007, p. 15).

A análise orientada às paisagens sob pressão das atividades mineradoras é plausível a partir de abordagens integradas (ISACHENKO, 1973; SOTCHAVA, 1971, 1978; TRICART, 1977) e dirigidas aos elementos do meio mais característicos e que conseguem traduzir as alterações nos fluxos de matéria relacionados aos *inputs* de energia que adentram os sistemas ambientais expostos à essa atividade. Nesse âmbito, processos erosivos e deposicionais, componentes do sistema geomorfológico, revelam-se como produtos derivados dessas alterações.

Assim, é pela ótica sistêmica que conseguimos melhor compreender os resultados da desastrosa relação entre a mineração ativa em Brumadinho e a paisagem que hoje se mostra em cena, a qual Emeliyanov (2007) denominaria de antropogenética natural. Para o autor (*op. cit.*) paisagens antropogenéticas naturais são aquelas onde as cargas tecnogênicas tem competência para quebrar a estrutura dos elementos componentes dos sistemas naturais de forma irreversível e como resultado, podem culminar na elaboração de novas paisagens.

O colapso da Barragem I do Complexo Paraopeba II injetou uma grande quantidade de matéria extra a ser trabalhada e deslocada pelas drenagens e por processos de transporte nas vertentes. A energia potencial contida pelo barramento, uma vez liberada, atuou como energia cinética sobressalente na movimentação do material tecnogênico despejado na bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão, com replicação dos impactos nas áreas locadas a jusante. A esse mecanismo de funcionamento Christofolletti (1979) denomina de retroalimentação positiva, atuante quando uma variação externa ao sistema dá início a uma série de processos que trabalham para reforçar os efeitos produzidos pela variação inicial.

Na medida que o material carregado se distancia do ponto inicial e a energia cinética é distribuída por uma área cada vez mais extensa, o grau de entropia aumenta e a paisagem imediatamente pós-colapso começa a tomar forma. Tal como informado por Christofolletti (1979) sistemas trabalhando em retroalimentação positiva tendem a procurar o reequilíbrio antes que se desestremem por completo. Assim, estabilizados os perfis dos canais diretamente afetados pelo fluxo de material movimentado em direção à confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio

Paraopeba e estancadas as reativações erosivas em pontos específicos da bacia, passam a funcionar mecanismos de retroalimentação negativa, onde os efeitos produzidos pelas alterações iniciais, dadas pelo colapso do barramento, são arrefecidos e, a médio e longo prazo, o funcionamento sistêmico da paisagem em formação recobra a “estabilidade” pré-colapso.

Os resultados das alterações decorrentes dos processos desencadeados pelo rompimento da Barragem I são perceptíveis em ordens escalares diferenciadas. Nas escalas de menor detalhe revelam-se as escaras expostas pelo esvaziamento da cava que abrigava os rejeitos da mineração, as superfícies criadas pela colmatação dos terrenos que sustentaram o trânsito do material tecnogênico e os mosaicos de uso fragmentados pelo contato com a massa de detritos. Com olhar escalar detalhado, a atuação dos fluxos de energia é percebida pela presença de pilhas de entulho abandonadas ao longo do corredor que serviu de transporte ao material tecnogênico e pela disposição dos clastos sobre as habitações e víveres locados no caminho tomado pelo mesmo material em movimento.

### 3 TECNÓGENO E DESASTRES AMBIENTAIS

Para compressão da paisagem natural é necessário distinguirmos os elementos que vemos, como feições de relevo, corpos d’água, tipo de cobertura vegetal, afloramentos rochosos, dentre outros, bem como analisarmos, localmente, elementos como, por exemplo, um perfil pedológico que possibilite a compreensão de registros, em escala temporal e espacial, que contenham um pouco sobre a história dessa paisagem. Esse jogo de posições relativas, ou seja, de elementos que estão dispersos sobre um mesmo plano é definido por Gomes (2017) como “composição” de um quadro geográfico. Essa categoria de análise permite classificar espacialmente tudo que dela contribui para a percepção visual e, portanto, para apreensão da visibilidade dos fenômenos que ocorrem em uma dada área estudada.

Uma paisagem deve ser interpretada, ainda, por um conjunto ou uma reunião de diferentes partes, onde se insere o papel das ações do ser humano, manifestadas por atividades transformadoras, que, muitas vezes, são capazes de gerar um novo cenário.

A estrutura da paisagem, alicerçada pela interação entre diferentes aspectos, produz dinâmicas distintas sobre as formas de relevo, que possuem, por sua vez, gênese construtivas e/ou destrutivas. Feições de construção, por mecanismos naturais, na paisagem podem ser visualizados, por exemplo, em ambiente fluvial pela presença de terraços e planícies de inundação, ou em ambientes de encosta pela ocorrência de feições de rampas de colúvio.

Enquanto feições erosivas, como voçorocas e cicatrizes de movimentos gravitacionais de massa, nos dizem sobre mecanismos destrutivos na evolução das paisagens. Além destes aspectos, a ação humana pode afetar de forma mais intensa os mecanismos dinâmico-evolutivos da paisagem e, dentro desta abordagem, temos o que vem sendo considerado por diversos autores

como a paisagem marcada por feições de relevos tecnogênicos que correspondem a formas de relevo e/ou depósitos associados a origem derivada de ações antrópicas diretas e indiretas.

Assim, paisagens com desenvolvimento de atividades de mineração passam por um processo de alteração profunda, em razão das possibilidades que o substrato geológico oferece, sendo capazes de gerar valor e atrair investimentos. Este é o caso da bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão, no município de Brumadinho, inserido no Quadrilátero Ferrífero, onde algumas áreas tiveram significativas mudanças, com construções e (re)construções em sua organização espacial, para dar suporte à instalação de infraestrutura ao complexo minerário.

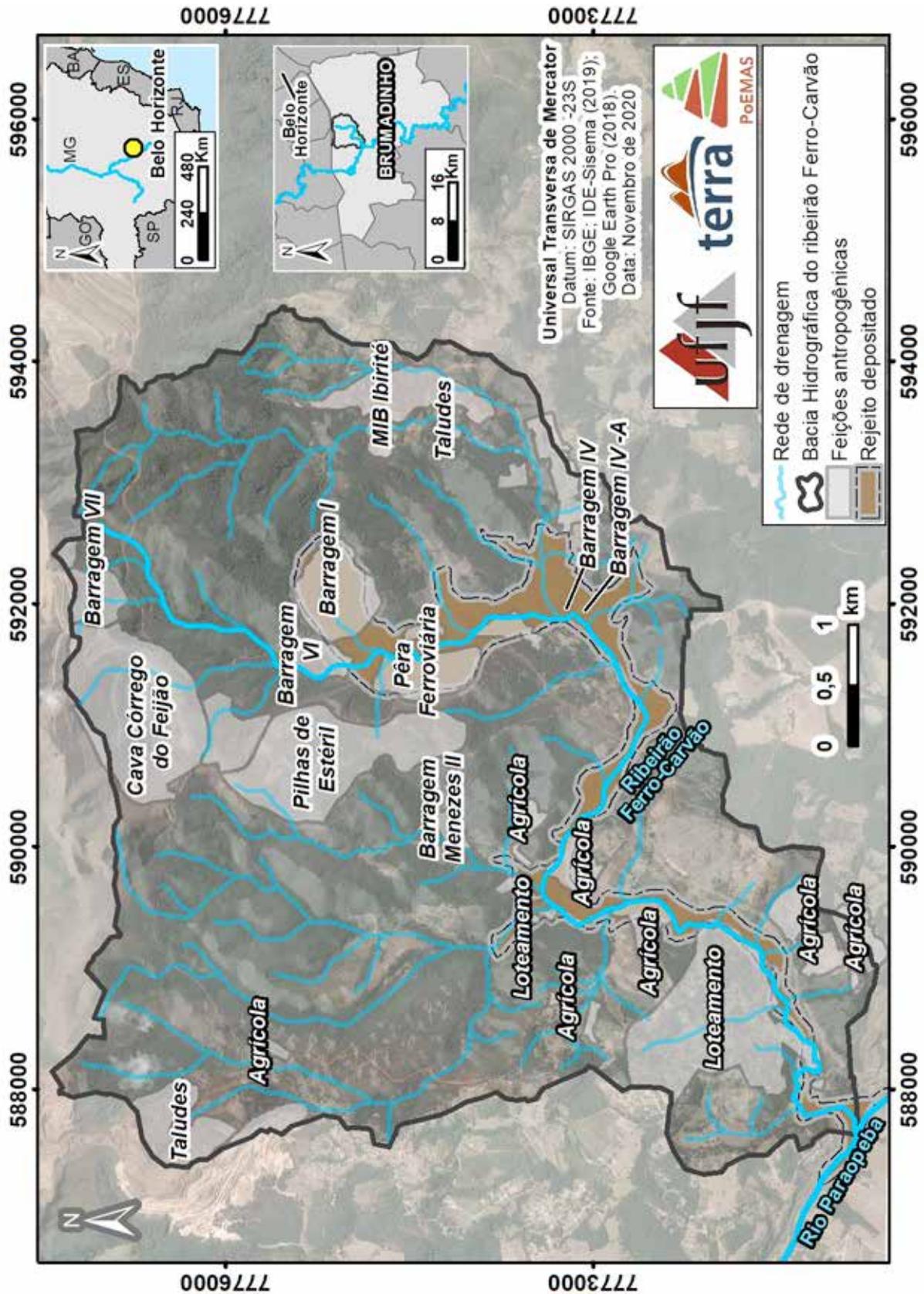
O relevo da bacia do ribeirão Ferro-Carvão (Figura 8.1), onde está localizada a Barragem I, foi classificado, em linhas gerais, como montanhoso com declividades predominantes entre 45 a 75% (EDUARDO *et al.*, No prelo). O mapeamento realizado por estes autores já havia identificado feições de relevo antropogênico (Barragens, cava Córrego do Feijão, área de extração mineral da empresa MIB Ibirité, pilhas de estéril, taludes, pera ferroviária, terrenos agrícolas e loteamentos residenciais).

Observa-se que, já em 1976 (SUPRAM, 2010), a paisagem da bacia do ribeirão Ferro-Carvão se encontrava alterada com a implantação da Barragem I (Figura 8.2A), sendo, em 2018, destacado um número bem maior de feições antropogênicas, como cava, pilha de estéril e área de rejeito (Figura 8.2B), sendo estas intervenções classificadas como relevos “tecnogênicos”. Através das Figuras 8.2C e 8.2D pode-se ter uma visão panorâmica da Barragem, bem como o alteamento realizado para o empilhamento de material na Barragem I, constituindo-se também como uma feição tecnogênica de acúmulo dos rejeitos provenientes da extração.

Estas obras deram, portanto, uma primeira (re)configuração à composição da paisagem (Figura 8.2E), com alterações diretas no sistema fluvial e sobre a dinâmica dos fluxos d'água, assim como modificações na superfície pela retirada ou reposicionamento de materiais das encostas para os fundos de vale, através da ação direta de maquinários em cavas para extração mineral, além de depósitos de estéril e taludes de aterro para de barragens de rejeito (ANDRADE, 2012).

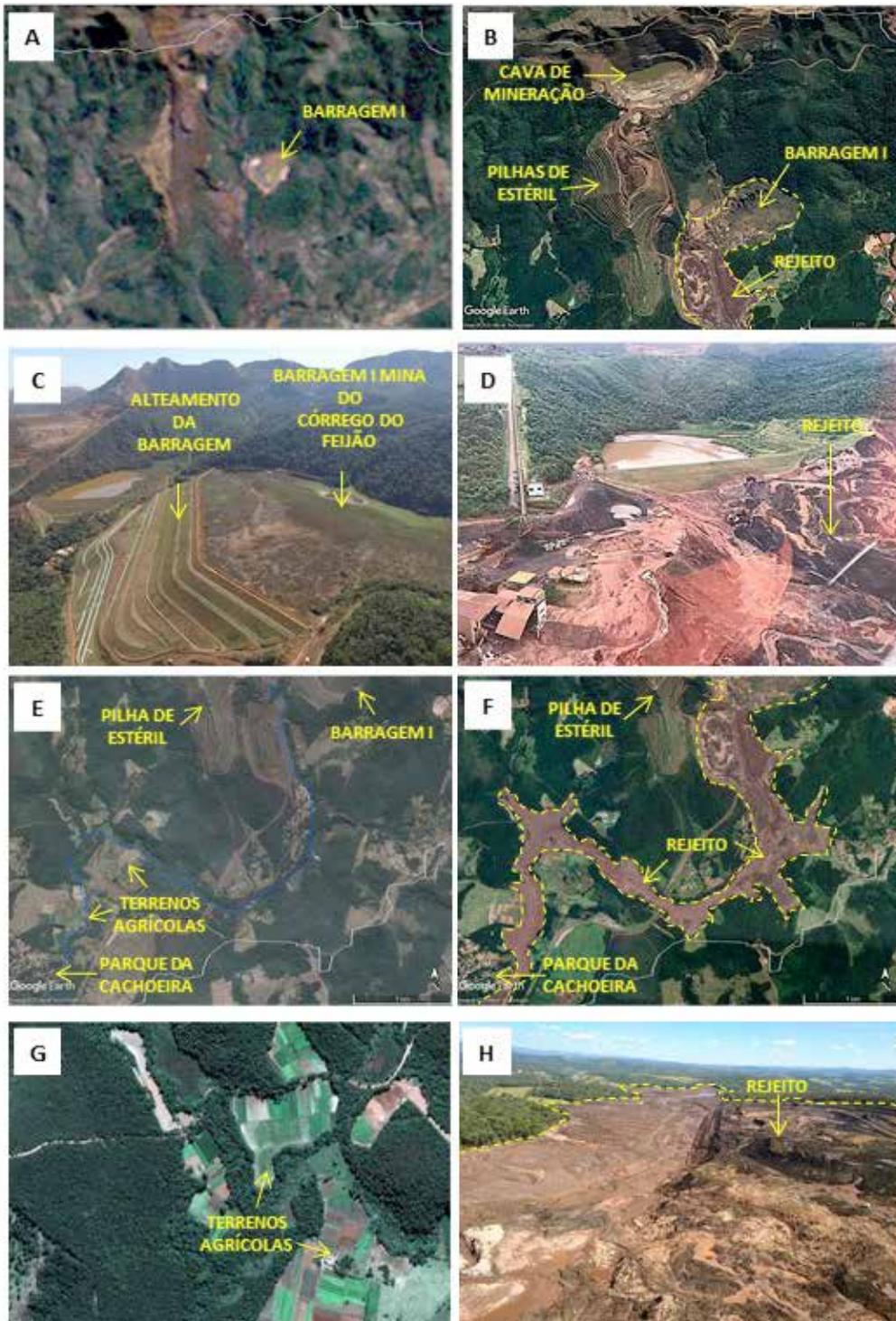
Posterior ao rompimento da barragem, ocorreu uma sobreposição de material residual da mineração sobre terrenos em que a dinâmica superficial e subsuperficial já estavam ajustadas a uma condição inicial de (re)configuração morfológica (Figuras 8.2F). Assim, o rompimento criou uma nova etapa de (re)organização espacial da paisagem, através do intenso processo de acomodação de material e produzindo, assim, uma nova composição dos elementos da paisagem. No caso da Barragem I em Brumadinho, as modificações abrangeram desde setores da planície fluvial do ribeirão Ferro-Carvão até o sopé das encostas (EDUARDO *et al.*, No prelo). Estes autores calcularam para a bacia do rio Ferro-Carvão um total de 32,8 km<sup>2</sup> (31,67%) como área de terrenos tecnogênicos, tendo-se 7,21 km<sup>2</sup> (21,98%) de feições antropogênicas já existentes em 2018 e cerca de 3,18 km<sup>2</sup> (9,69%) correspondendo à área que foi recoberta pelo rejeito de mineração remobilizado em janeiro de 2019.

Figura 8.1 - Mapeamento de feições de relevo antropogênico e da área de rejeito, pós-rompimento, da Barragem I na bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão.



Fonte: Modificado de Eduardo *et al.* (No prelo).

Figura 8.2 - Ilustrações das modificações na paisagem em diferentes momentos da bacia do ribeirão Ferro-Carvão, em Brumadinho



A - Imagens do Satélite *Landsat 5* do ano de 1985, com estrutura da Barragem. B – Imagens *Google Earth Pro* de 2018 com a indicação das obras de alteração na paisagem; C – Fotografia do alteamento da barragem (Fonte: Contexto Exato, 2019); D – Imagem do terreno após o rompimento da barragem (Foto: Claudiney Vasconcelos, 27/01/2019); E e F – Imagens em zoom *Google Earth Pro* dos anos de 2018 e 2019 do trecho da Bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão e áreas adjacentes - antes e depois do rompimento; G – Imagem da área agrícola em trecho do ribeirão Ferro-Carvão (Fonte: G1, 2019a); H – Fotografia da área do rejeito recobrendo o médio curso do ribeirão Ferro-Carvão. (Foto: Claudiney Vasconcelos, 27/01/2019).

Terrenos agrícolas, mesmo sendo considerados como de alteração de menor significado, já devem ser classificados como tecnogênicos modificados como propõem Peloggia, Oliveira, Oliveira, Silva, e Nunes (2014). Na bacia analisada esses terrenos podem ser identificados nas Figuras 8.2E e 8.2G, correspondente a um trecho da planície fluvial do ribeirão Ferro-Carvão.

Por fim, na Figura 8.2H pode-se notar como a acomodação da lama de rejeito se sobrepôs aos terrenos já modificados em momento anterior e, mesmo mantendo a forma agradacional típica de uma planície fluvial, esta foi colmatada por uma grande quantidade de material de rejeito de mineração em um curto intervalo de tempo. E este “novo” material, além de percorrer fundos de vale e canais de drenagem, se sobrepôs à área de usos agrícola e de loteamentos residenciais (Parque Cachoeira, p. ex.) e, deste modo, este trecho da bacia teve que ser reclassificado, sendo então denominado de terrenos mistos, segundo proposta de Peloggia *et al.* (2014).

#### 4 O DESASTRE EM BRUMADINHO INTERPRETADO À LUZ DAS NOÇÕES DE ANTROPOCENO E CAPITALOCENO

Paisagens modificadas, como a que se tem atualmente em Brumadinho, refletem os efeitos de atividades econômicas na busca de adequação da paisagem natural frente às necessidades e interesses socioeconômicos. A atuação do ser humano é fortemente expressiva, com definição de seu papel transformador e, ao mesmo tempo, dominador, através de marcos espaciais e temporais no terreno (BARCELOS, 2019).

A sociedade, e sua pretensão de centralidade na Terra, apresenta a ideia de desenvolvimento social, econômico e material por sua capacidade em dominar técnicas e de submeter a natureza a um padrão ilimitado de consumo de matéria e energia. Dentro deste raciocínio, Barcelos (2019, p. 3) nos conduz a uma reflexão a respeito das relações do ser humano e o ambiente:

“(…) em que medida estaríamos vivendo uma “*era do humanus*”, ou seja, um ponto de vista autodeclarado e, de certa forma, antropocêntrico e universal de pensar as relações com a natureza, ou se, de fato, estaríamos mergulhados na “*era do capital*”, uma forma social e histórica muito particular de organizar e coproduzir a natureza”.

Deste modo, chega-se à concepção de “Antropoceno” que é concebido como uma nova era geológica, em que etimologicamente *anthropos* corresponde ao filho do homem e *ceno* refere-se ao que é novo, a ruptura. Essa nomenclatura foi divulgada no ano de 2000 pelo químico holandês Paul Josef Crutzen, que aplicou o termo como marca da instabilidade climática gerada não apenas pela lógica natural da evolução do planeta, mas pela força geológica humana, inserido como um agente capaz de conceber, criar, recriar novas formas na natureza (BARCELOS, 2019).

O Antropoceno seria, portanto, um período em que marcos como a Revolução Industrial e novas fontes de energia superaram os modos tradicionais, em que há o crescimento exponencial das atividades antrópicas, sustentado pelo uso de combustíveis fósseis na produção em massa de

mercadorias. J. E. D. Alves (2020, p. 3) afirma que “(...) em 250 anos, a economia global cresceu 135 vezes, a população mundial cresceu 9,2 vezes e a renda per capita cresceu 15 vezes. Este crescimento demo-econômico foi maior do que o de todo o período dos 200 mil anos anteriores, desde o surgimento do *Homo sapiens*”. Como o mesmo autor acrescenta, esse tipo de relação meio *versus* seres humanos traz para o sistema natural crises de “encolhimento e empobrecimento do ambiente”. Assim, em termos práticos, teríamos, conjuntamente à instalação de uma atividade minerária, um “encolhimento” da natureza porque esta é explorada para além de seus limites, através da reconfiguração do relevo e dos cursos fluviais, além de mudanças e, muitas vezes, o “empobrecimento” de espécies da fauna e mesmo da flora na medida em que ocorre inúmeras extinções de seres vivos.

Em outro ponto de vista à essa conjuntura antropogênica, de supremacia humana, emerge a noção de Capitaloceno. Essa narrativa insere a dialética entre sujeito, tempo, espaço e humanidade, criando uma tensão entre essas categorias. Compreender essas relações passa pelo viés da construção histórica do capital confrontando o vitimismo do ser humano: aquele que sofre as consequências negativas provocadas pelas mudanças globais e, ao mesmo tempo, é ele próprio o agente direto da transformação geológica e da crise ecológica (MOORE, 2017).

Por sua vez, o Capitaloceno evidencia a maneira como o capital foi instalado em nosso meio, através da acumulação e expansão em produzir trabalho, alimentos, energia e matéria-prima. Dentro desta abordagem, para se compreender as transformações na/da paisagem, o Capitaloceno apresenta uma leitura de como a historização das relações sociais se articulam com o ambiente e não apenas como sendo um produto imediatista desta. Por meio dessa interpretação, busca-se alcançar as “formas sociais históricas de apropriação da natureza” e que podemos procurar entender a crise ecológica instalada, pois esta “(...) não é resultado de Todos (a humanidade) contra Um (a natureza), mas da era histórica do capital contra a ampla trama da vida” (BARCELOS, 2019, p. 16).

Desse modo, para o caso das atividades minerárias (GONÇALVES, 2019, p. 5) coloca que “o Capitaloceno implica em processos econômicos, ambientais, políticos e sociais que dependem da transformação radical dos bens comuns naturais em *commodities* que movimentam as cadeias globais controladas por grandes corporações”.

Com isso, no modelo econômico de extração mineral e, em especial no Brasil, os condicionantes ambientais e estruturais nem sempre são conduzidos com a devida relevância. Assim, brechas em licenciamentos ambientais, falta de investimentos em órgãos públicos, insuficiência nas áreas de fiscalização e monitoramento são alguns dos elementos de controle privado nas entidades do Estado, o que corrobora para o aumento de riscos ambientais (citando apenas um) nessa prática econômica (GONÇALVES, 2019).

A paisagem da bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão revela processos históricos de ocupação, tal como apresentado por J. J. Silva (1878), onde o desenvolvimento da atividade minerária passou a predominar sobre o aspecto social. E, assim, a mineração reflete em transformações

acentuadas no terreno, criando formas de relevo tecnogênico, por meio de aterros, depósitos de estéril, abertura de cavas para extração a céu aberto, abertura de estradas e ferrovias para o transporte da matéria prima, dentre outras.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rompimento da Barragem I em Brumadinho nos traz à tona desafios para os estudos antropogênicos, pois apresentam novas formas de estruturação da paisagem. Estas estão ligadas a chegada repentina de uma grande quantidade de material no terreno, alterando de forma abrupta a conformação morfológica e, ainda, com uma significativa força destrutiva da vida humana e dos ecossistemas. Nessa (re)configuração, novas dinâmicas são implementadas ao sistema ambiental, onde a natureza busca sua própria resiliência em busca da adaptação às mudanças a ela imposta, dando continuidade ao processo evolutivo da paisagem.

Num contexto de aplicação do conhecimento científico orientado à adequação ambiental das áreas impactadas pela mineração, deve-se considerar fortemente a utilização de metodologias sistêmicas para o planejamento das paisagens pressionadas por esse tipo de atividade. Com esse intuito, a integração das atividades antrópicas ao quadro físico estará em maior consonância aos limiares de resiliência dos sistemas naturais e a lógica desenvolvimentista sustentável poderá ser defendida com mais propriedade pelas corporações mineradoras.

A esse tempo, torna-se importante também, pensar e planejar essas paisagens para o uso das gerações futuras, proporcionando a elas o mesmo usufruto experimentado por aqueles que as precederam.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao 2º Sargento do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), Sr. Claudiney Guimarães de Vasconcelos, pela concessão das fotografias utilizadas.

# REFERÊNCIAS

ABNT. *Norma NBR 13028:2017 Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água - requisitos*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.

ACSELRAD, H. Liberalização da economia e flexibilização das leis: o meio ambiente entre o mercado e a justiça. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 3, n. 3, p. 62-68, 2013.

ACSELRAD, H. *et al.* Desigualdade ambiental e acumulação por espoliação: o que está em jogo na questão ambiental? *E-cadernos CES*, n. 17, p. 164-183, 2012.

ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. A justiça ambiental e a dinâmica das lutas socioambientais no Brasil—uma introdução. *In: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S., et al (Ed.). Justiça ambiental e cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, v.2, 2004. p.9-20.

ADACHI, V.; GÓES, F. *Em um desfecho surpreendente, Fábio Schvartsman assume a Vale*. Valor Econômico. São Paulo 2017.

AEDAS. Proposta de acordo entre Vale e governo de MG é debatida em live. *Associação Estadual de Defesa Ambiental e Social*, 19 Nov 2020. Disponível em: < <https://www.aedasmg.org/post/proposta-de-acordo-entre-vale-e-governo-de-mg-%C3%A9-debatida-em-live> >. Acesso em: 11 Nov.

ALIER, J. M. *O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração*. São Paulo: Contexto, 2007.

ALVES, J. E. D. Antropoceno é um conceito mais correto do que Capitaloceno. *Instituto Humanitas Unisinos*, 19 Set 2020. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2020/09/18/antropoceno-e-um-conceito-mais-correto-do-que-capitaloceno/> >. Acesso em: 22 Nov 2020.

ALVES, R. B.; KUHNEN, A.; BATTISTON, M. “Lar Doce Lar”: Apego ao Lugar em Área de Risco diante de Desastres Naturais. *Psico*, v. 46, n. 2, p. 155, 2015/04/22/ 2015. ISSN 1980-8623, 0103-5371. Disponível em: < <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/17484> >. Acesso em: 2020/11/18/19:04:29.

ANDRADE, C. F. *Relevo antropogênico associado à mineração de ferro no Quadrilátero Ferrífero: uma análise espaço-temporal do complexo Itabira (município de Itabira- MG)*. 2012. 130 (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANGELO, M. Vale ditou regras para simplificar licenciamento ambiental em MG. *Repórter Brasil*, 22 Fev 2019. Disponível em: < <https://reporterbrasil.org.br/2019/02/vale-ditou-regras-para-simplificar-licenciamento-ambiental-em-mg/> >. Acesso em: 23 Fev 2019.

ANM. Maiores Arrecadadores CFEM. *Agência Nacional de Mineração*, 2018. Disponível em: < [https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores\\_arrecadadores.aspx](https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx) >. Acesso em: 30 Mar 2019.

ANM. *Resolução nº 4 de 15 de fevereiro de 2019*. Brasília: Agência Nacional de Mineração, 2019.

ANM. Cadastro Nacional de Barragens de Mineração: classificação oficial. *Agência Nacional de Mineração*, 2020. Disponível em: < <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/ClassificacaoNacionalDaBarragem> >. Acesso em: 11 Nov 2020.

ASNOP/SISEMA. *Instrução de Serviço SISEMA 01/2018 - Procedimentos para aplicação da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017*. Assessoria de Normas e Procedimentos do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte. 2018

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotações e boletins. *Banco Central do Brasil*, 2020. Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes> >. Acesso em: 22 Nov 2020.

BARBON, J. L. F. Lama tira sono e tranquilidade de bairro da zona rural de Brumadinho. 4 fev 2019. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/lama-tira-sono-e-tranquilidade-de-bairro-da-zona-rural-de-brumadinho.shtml> >. Acesso em: 27 mar 2019.

BARCELOS, E. Á. S. Antropoceno ou Capitoceno: da simples disputa semântica à interpretação histórica da crise ecológica global. *Revibec - Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 31, n. 1, p. 1-17, 2019 2019.

BEARMAN, M. *et al.* Systematic review methodology in higher education. *Higher Education Research & Development*, v. 31, n. 5, p. 625-640, 2012/10// 2012. ISSN 0729-4360, 1469-8366. Disponível em: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07294360.2012.702735> >. Acesso em: 2020/11/13/18:39:37.

BERTONI, E. Como a Vale se beneficiou da lei que acelerou licenças ambientais. *O Nexo*, 29 Jan 2019. Disponível em: < <https://www.nexojournal.com.br/expresso/2019/01/29/Como-a-Vale-se-beneficiou-de-lei-que-acelerou-licen%C3%A7as-ambientais> >. Acesso em: 29 Mar 2019.

BESSE, J.-M. *O gosto do mundo: exercícios de paisagem*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2014. 234.

BNDES. Quem são os nossos 50 maiores tomadores de recursos. *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*, 2020. Disponível em: < <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/consulta-operacoes-bndes/maiores-clientes> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

BOFF, L. Crítica ao modelo-padrão de sustentabilidade. 29 Jan 2012. Disponível em: < <https://leonardoboff.org/2012/01/29/critica-ao-modelo-padrao-de-sustentabilidade/> >. Acesso em: 24 Nov 2020.

BOWKER, L. N.; CHAMBERS, D. M. In the dark shadow of the supercycle tailings failure risk & public liability reach all time highs. *Environments*, v. 4, n. 75, p. 1-21, 2017.

BRANDT MEIO AMBIENTE. *Mina Córrego do Feijão - Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA)*. Brandt Meio Ambiente. Belo Horizonte. 2010

BRANDT MEIO AMBIENTE. *Mina da Jangada e Mina Córrego do Feijão - Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA)*. Brandt Meio Ambiente. Belo Horizonte: Abr 2014. 2014

BRANT, D. *Investidores processam Vale nos EUA por perdas com Brumadinho*. Folha de São Paulo. Nova Iorque: Folha de São Paulo 2019.

BULLARD, R. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. In: HENRI ACSELRAD, S. H. J. A. P. (Ed.). *Justiça ambiental e cidadania*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. p.40-68.

BULLARD, R. Ética e racismo ambiental. *Revista Eco*, v. 21, n. XV, 2005.

CANOFRE, F. Documento que pede afastamentos na Vale cita executivo que responde por tragédia de Mariana. *Folha de S. Paulo*, 02 Mar 2019a. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/03/documento-que-pede-afastamentos-na-vale-cita-executivo-que-responde-por-tragedia-de-mariana.shtml> >. Acesso em: 25 Mar 2019.

CANOFRE, F. Emails da Vale apontam manipulação de laudo de estabilidade, diz Promotoria. *Folha de S. Paulo*, 15 Fev 2019b. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/emails-da-vale-apontam-manipulacao-de-laudo-de-estabilidade-diz-promotoria.shtml> >. Acesso em: 25 Mar 2019.

CANOFRE, F. Indenização menor para trabalhador da Vale causa indignação em MPT, Defensoria e parentes. *Folha de S. Paulo*, 11 Mar 2019c. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/03/indenizacao-menor-para-trabalhador-da-vale-causa-indignacao-em-mpt-defensoria-e-parentes.shtml> >.

CANOFRE, F. Famílias de vítimas em Brumadinho enfrentam recursos da Vale para indenizações. *Folha de S. Paulo*, 13 Ago 2020. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/08/familias-de-vitimas-em-brumadinho-enfrentam-recursos-da-vale-para-indenizacoes.shtml> >. Acesso em: 19 Nov 2020.

CARNEIRO, E. A oligarquização da “política ambiental” mineira. In: ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K., et al (Ed.). *A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p.65-88.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B. Da descrição de áreas às sínteses naturalistas: uma abordagem historiográfica sobre a ideia de ‘áreas naturais’. *Espaço e Geografia*, v. 17, n. 2, p. 377-422, 2014 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de sistemas ambientais*. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979. 106.

COELHO, T.P. Minério-dependência e alternativas em economias locais. *Versos - Textos para Discussão PoEMAS*, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2017 2017. ISSN 2526 9658.

COELHO, T. P.; MILANEZ, B.; GIFFONI PINTO, R. A empresa, o estado e as comunidades. In: ZONTA, M. e TROCATE, C. (Ed.). *Antes Fosse Mais Leve a Carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton*. Marabá: Editorial iGuana, 2016. p.185-229.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. *Formulário 20 F 2005*. Rio de Janeiro. 2006

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. *Formulário 20 F 2008*. Rio de Janeiro. 2009

CONTEXTO EXATO. Nova barragem da Vale se rompe, tragédia em Brumadinho. *Contexto Exato*, 26 Jan 2019. Disponível em: < <https://www.contextoexato.com.br/post/nova-barragem-da-vale-se-rompea-tragedia-em-brumadinho> >. Acesso em: 23 Nov 2020.

COPAM. *PA/Nº 00245/2004/048/2012*. Diário do Executivo, Minas Gerais. Belo Horizonte: 20 p. 2014.

COPAM. *Deliberação Normativa nº COPAM 217*. Conselho Estadual de Política Ambiental. Belo Horizonte. 2017

COPAM. *Ata da 37ª reunião da Câmara de Atividades Minerárias, realizada em 11 de dezembro de 2018*. Conselho Estadual de Política Ambiental, Secretaria Executiva. Belo Horizonte. 2018

COSTA, A. *et al.* Avaliação dos danos ambientais provocados pelo desastre tecnológico da mineradora Vale S.A. no vale do rio Paraopeba. *Revista Sapiência: Sociedade, Sabers e Práticas Educacionais*, v. 8, n. 2, p. 210-246, 2019 2019. ISSN 2238-3565.

COUTINHO, R. Z.; MIRANDA-RIBEIRO, P. Religião, religiosidade e iniciação sexual na adolescência e juventude: lições de uma revisão bibliográfica sistemática de mais de meio século de pesquisas. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 31, n. 2, p. 333-365, 2014/12// 2014. ISSN 0102-3098. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-30982014000200006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982014000200006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en) >. Acesso em: 2020/11/13/18:39:41.

CRENSON, M. A. *The Un-politics of Air Pollution: a study of non-decision-making in the cities*. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1971. ISBN 0801811775.

DA SILVA, L. L. S. Segredos da paisagem. *Revista da Casa da da Geografia de Sobral*, v. 22, n. 2, p. 133-151, 2020/08// 2020.

DA SILVA, T. M. D. S.; EDUARDO, C. C. Transformações geomorfológicas na cidade do Rio de Janeiro durante os século XIX e XX. *Geo UERJ*, n. 37, p. e48492, 2020/08/28/ 2020. ISSN 1981-9021, 1415-7543. Disponível em: < <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/48492> >. Acesso em: 2020/11/14/02:55:39.

DARDEL, E. *L'Homme et la Terre: nature de la réalité géographique*. Paris: Du CTHS, 1990.

DE CASTRO, I. E. Análise geográfica e o problema epistemológico da escala. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 15, p. 21-25, 1992.

DE CASTRO, I. E. Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução? Scale and research in geography. Problem or solution? *Espaço Aberto*, v. 4, n. 1, p. 87-100, 2014 2014.

DE LIMA, R. E. *et al.* An anthropogenic flow type gravitational mass movement: the Córrego do Feijão tailings dam disaster, Brumadinho, Brazil. *Landslides*, v. 17, n. 12, p. 2895-2906, 2020/12// 2020. ISSN 1612-510X, 1612-5118. Disponível em: < <http://link.springer.com/10.1007/s10346-020-01450-2> >. Acesso em: 2020/11/19/14:39:16.

DE OLIVEIRA, C. D. M.; DE SOUZA, J. A. X. A “geograficidade” das formas simbólicas: o santuário de Fátima da Serra Grande em análise. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 9, 2010/07/16/ 2010. ISSN 1958-9212. Disponível em: < <http://journals.openedition.org/confins/6509> >. Acesso em: 2020/11/19/14:27:13.

DEFENSORIA PÚBLICA DA UNIÃO *et al.* *Edital de chamamento público: credenciamento de entidades sem fins lucrativos para a prestação de assessoria técnica independente às pessoas atingidas pelo rompimento da barragem da Mina de Córrego do Feijão*. Belo Horizonte: 2019.

DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS; VALE S.A. *Termo de Compromisso firmado entre a Defensoria Pública do Estado de Minas Gerais e a Vale S.A.* Belo Horizonte: 2019.

DIAMOND, J. *Collapse: How societies choose to succeed or fail*. *Viking Penguin: New York*, 2005.

DOLFUSS, O. *A Análise Geográfica*. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973. 130.

DOS SANTOS VERGILIO, C. *et al.* Metal concentrations and biological effects from one of the largest mining disasters in the world (Brumadinho, Minas Gerais, Brazil). *Scientific reports*, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2020. ISSN 2045-2322.

EDUARDO, C. C.; SILVA, T. M.; FELIPPE, M. F. Proposta metodológica para mapeamento de relevos tecnogênicos em áreas de desastres ambientais. *Espaço Aberto*, No prelo.

EMELIYANOV, A. G. Monitoring problems of natural-anthropogenic landscapes. In: DYAKONOV, K. N.; KASIMOV, N. S., *et al* (Ed.). *Landscape analysis for sustainable development: theory and applications of landscape science in Russia*. Moscow: Alex Publishers, 2007. p.201-205.

EMERMAN, S. H. *English-language summary of a 2010 Master's thesis on the stability of the failed dam at the Córrego do Feijão Mine*. Malach Consulting. Spanish Fork, UT: 20 Fev. 2019a

EMERMAN, S. H. *English-language summary of the last safety audit of the failed dam at the Córrego Feijão Mine*. Malach Consulting. Spanish Fork, UT: 05 Fev. 2019b

ERNESTO, M. *Rompimento da mina da Vale trará consequências 'terríveis' para o turismo, diz presidente da federação de hotéis*. Estado de Minas 2019.

FEAM. *Gestão de barragens. Fundação Estadual do Meio Ambiente*, 08 Fev 2019. Disponível em: < <http://www.feam.br/monitoramento/gestao-de-barragens> >. Acesso em: 07 Mar 2019.

FELIPPE, M. F. *et al.* A tragédia do rio Doce: a lama, o povo e a água. relatório de campo e interpretações preliminares sobre as consequências do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão (Samarco/Vale/BHP). *Revista GEOgrafias*, n. Esp., p. 63-94., 2016.

FELIPPE, M. F. *et al.* *Minas de lama: relatório da expedição geográfica no vale do rio Paraopeba*. Juiz de Fora: 2020, p.89. 2020

FELIPPE, M. F. *et al.* Conexões geo-históricas e contemporâneas entre ocupação territorial, degradação ambiental e rarefação hídrica na Bacia do Rio Doce. *Geografias (UFMG)*, n. Esp., p. 203-222, 2016 2016.

FELIPPE, M. L.; KUHLEN, A. O apego ao lugar no contexto dos estudos pessoa-ambiente: práticas de pesquisa. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, v. 29, n. 4, p. 609-617, 2012. ISSN 0103-166X.

FELIX, E. B. G. *et al.* O dano interior: repercussão psicossocial da tragédia da Vale na população de Brumadinho - MG. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, v. 8, n. 2, p. 546-553, 2020/07/31/ 2020. ISSN 2317434X. Disponível em: < <https://interfaces.leaosampaio.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/755> >. Acesso em: 2020/11/19/14:40:17.

FERREIRA, B. Lei transforma licenciamento ambiental em decisão política. *O Tempo*, 07 Dez 2015. Disponível em: < <https://www.otempo.com.br/cidades/lei-transforma-licenciamento-ambiental-em-decis%C3%A3o-pol%C3%ADtica-1.1186115> >. Acesso em: 15 Fev 2019.

FONASC-CBH. *Parecer Processo Administrativo para exame de Licença Prévia concomitante com a Licença de Instalação e a Licença de Operação, Vale S.A., continuidade das operações da Mina de Córrego do Feijão*. Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas. Belo Horizonte: 06 Dez 2018. 2018

FRANCA, P. *Projetos de disposição de rejeitos na Vale: diversidade de soluções, riscos e desafios*. 13º Congresso Brasileiro de Mineração. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro de Mineração 2009.

FREITAS, C. M. *et al.* From Samarco in Mariana to Vale in Brumadinho: mining dam disasters and Public Health. *Cadernos de saude publica*, v. 35, n. 5, p. e00052519, 2019. ISSN 0102-311X.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. Work accidents which become disasters: mine tailing dam failures in Brazil. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 17, n. 1, p. 21-29, 2019.

FREITAS, R.; ALMEIDA, F. Brumadinho convive com adoecimento mental um ano após tragédia da Vale. *G1*, 21 Jan 2020. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/01/21/brumadinho-convive-com-adoecimento-mental-um-ano-apos-tragedia-da-vale.ghtml> >. Acesso em: 23 Nov 2020.

G1. Brumadinho antes e depois: veja imagens do rompimento de barragem da Vale. *G1*, 25 Jan 2019a. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/antes-e-depois-veja-imagens-do-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg.ghtml> >. Acesso em: 24 Nov 2020.

G1. Brumadinho: MPMG questiona acordo entre Defensoria e Vale e vai pedir acesso a tabela com valores. 02 Apr 2019b. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/04/09/brumadinho-mpmg-questiona-acordo-entre-defensoria-e-vale-e-vai-pedir-acesso-a-tabela-com-valores.ghtml> >. Acesso em: 02 Jun 2020.

G1. Instituto Inhotim alcança marca de 3 milhões de visitantes. *G1*, 9 Ago 2019c. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/o-que-fazer-em-belo-horizonte/noticia/2018/08/09/instituto-inhotim-alcanca-a-marca-de-3-milhoes-de-visitantes.ghtml> >.

G1. Moradores de Brumadinho fazem ato contra fim do auxílio emergencial. *G1*, 02 Dec 2019d. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/12/02/moradores-de-brumadinho-fazem-ato-contr-a-fim-do-auxilio-emergencial-da-vale.ghtml> >. Acesso em: 03 Jun 2020.

G1. Vale afirma que jamais vai explorar minério próximo a Córrego do Feijão em Brumadinho. *G1*, May 27 2019e. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/05/27/vale-afirma-que-jamais-vai-explorar-minerio-proximo-a-corrego-do-feijao-em-brumadinho.ghtml> >. Acesso em: May 12 2020.

G1. Moradores de Brumadinho fazem novo protesto contra Vale por pagamento de indenizações. *G1*, 02 Jun 2020. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/06/02/moradores-de-brumadinho-fazem-novo-protesto-contr-a-vale-por-pagamento-de-indenizacoes.ghtml> >. Acesso em: 03 Jun 2020.

G1 MINAS. Brumadinho: Audiência entre Ministério Público do Trabalho e Vale termina sem acordos. *G1 Minas*, 22 Feb 2019. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/02/22/brumadinho-audiencia-entre-ministerio-publico-do-trabalho-e-vale-termina-sem-acordos.ghtml> >.

GIDDENS, A. *As consequências da modernidade*. São Paulo: UNESP, 1997.

GÓES, F. *"Potencial para ser maior geradora de valor aos acionistas"*. Valor Econômico. Rio de Janeiro 2017.

GÓES, F.; FONTES, S. *Fabio Schvartsman, da Klabin, será o novo presidente da Vale* 2017.

GOMES, P. C. C. *Quadros geográficos: uma forma de ver, uma forma de pensar*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 160.

GONÇALVES, R. J. A. F. Capitoceno e a fratura da natureza: mineração em grande escala e as barragens de rejeitos em Goiás. *Territorial – Caderno eletrônico de textos*, v. 9, n. 11, 2019. Disponível em: < <https://www.cadernoterritorial.com/news/capitaloceno-e-a-fratura-da-natureza/> >. Acesso em: 2010/10/18/.

GONÇALVES, R. J. A. F. Mineração e sofrimento ambiental. *Multiplicadores de Vigilância em Saúde do Trabalhador*, 04 Nov 2020 2020. Disponível em: < <https://www.multiplicadoresdevisat.com/> >. Acesso em: 23 Nov 2020.

GONÇALVES, R. J. A. F.; PINTO, R.; WANDERLEY, L. Conflitos ambientais e pilhagem dos territórios na Bacia do Rio Doce. In: ZONTA, M. e TROCATE, C. (Ed.). *Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton*. Marabá: Editorial iGuana, 2016. p.139-182.

GOUGH, D. Weight of Evidence: a framework for the appraisal of the quality and relevance of evidence. *Research Papers in Education*, v. 22, n. 2, p. 213-228, 2007/06// 2007. ISSN 0267-1522, 1470-1146. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02671520701296189> >. Acesso em: 2020/11/13/19:56:19.

GUIMARÃES, C. L.; MILANEZ, B. Mineração, impactos locais e os desafios da diversificação: revisitando Itabira. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 41, p. 215-236, 2017. ISSN 2176-9109.

GUIMARÃES, C. L.; MILANEZ, B.; RIBEIRO, H. L. *Partido da mineração: a influência das mineradoras nas eleições de 2014 em Minas Gerais*: Mimeo 2018.

HAESBAERT, R. O espaço importa: dilemas da construção identitário-territorial na contemporaneidade. In: BASTOS, L. C. e LOPES, L. P. M. (Ed.). *Estudos de identidade: entre saberes e práticas*. Rio de Janeiro: Garamond, 2011. p.45-76.

HARVEY, D. *A loucura da razão econômica: Marx e o capital no século XXI*. São Paulo: Boitempo, 2018.

IBAMA. Rompimento de barragem da Vale em Brumadinho (MG) destruiu 269,84 hectares. *Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*, 30 Jan 2019. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/noticias/730-2019/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares> >. Acesso em: 20 Abr 2019.

IBGE. Brasil em síntese. Brumadinho. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, 2017. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama> >. Acesso em: 30 Mar 2019.

IEF. *Parecer Único de Compensação Ambiental GCA/DIAP Nº 043/2013*. Instituto Estadual de Florestas. Belo Horizonte: 10 Abr 2013. 2013

IGAM. Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos. *Instituto Mineiro de Gestão das Águas*, 2008. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/download/GESTAO%20HIDRICA/leitura%20anexa%202.pdf> >. Acesso em: 31 Mar 2019.

INSTITUTO GUAICUY. *Dossiê Violações ao Direito à Água: o direito fundamental de acesso à água potável e à água bruta, de uso doméstico e produtivo, nas áreas 4 e 5, após o rompimento da Barragem B1 - Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A*. Belo Horizonte: 2020a.

INSTITUTO GUAICUY. Pedido de novos critérios para auxílio que substituirá o emergencial é encaminhado ao juiz. 05 Out 2020b. Disponível em: < <https://guaicuy.org.br/pedido-de-novos-criterios-e-encaminhado-ao-juiz/> >. Acesso em: 19 Nov 2020.

INSTITUTO GUAICUY. Vítimas e autoridades criticam possível acordo com a Vale em audiência pública na Assembleia de MG. 12 Nov 2020c. Disponível em: < <https://guaicuy.org.br/vitimas-e-autoridades-criticam-possivel-acordo-com-a-vale/> >. Acesso em: 19 Nov 2020.

ISACHENKO, A. G. *Principles of Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization*. Melbourne: Melbourne University Press, 1973. 310.

JACKSON, P. *Maps of Meaning: an Introduction to Cultural Geography*. London: Taylor and Francis, 2003. ISBN 978-0-203-42123-9.

JORNAL DO BRASIL. Defesa Civil conta casas atingidas em Brumadinho; mortos chegam a 165. 12 fev 2019. Disponível em: < <https://www.jb.com.br/pais/2019/02/980344-defesa-civil-conta-casas-atingidas-em-brumadinho--mortos-chegam-a-165.html> >. Acesso em: 27 mar.

JUCÁ, B. *O valor de uma vida exposta ao risco das barragens da Vale: 2,6 milhões de dólares*. El País 2019.

KITCHENHAM, B. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele, UK: Keele University, 2004. ISBN 1353-7776.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Durham: University of Durham, 2007. 57.

KOBIYAMA, M. *et al. Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos*. Curitiba: Organic Trading, 2006. 124.

KUZMENKO, E. I. Cartographic approach in studying the structure and dynamics of geosystems as exemplified by the middle Ob region. *Geography and Natural Resources*, v. 32, n. 2, p. 184-189, 2011/06// 2011. ISSN 1875-3728, 1875-371X. Disponível em: < <http://link.springer.com/10.1134/S1875372811020144> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:54.

LASCHEFSKI, K. Licenciamento e equidade ambiental: as racionalidades distintas de apropriação do ambiente por grupos subalternos. In: ZHOURI, A. (Ed.). *As tensões do lugar: hidrelétricas, sujeitos e licenciamento ambiental*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2011. p.21-60.

LASCHEFSKI, K. Rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho (MG): Desastres como meio de acumulação por despossessão. *Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política*, v. 2, n. 1, p. 98-143, 2020 2020. ISSN 2674-6816.

LETTIERI, E.; MASELLA, C.; RADAELLI, G. Disaster management: findings from a systematic review. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, v. 18, n. 2, p. 117-136, 2009/04/24/ 2009. ISSN 0965-3562. Disponível em: < <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09653560910953207/full/html> >. Acesso em: 2020/11/13/18:38:48.

LINHARES, C. Dependente da Vale, Brumadinho teme desemprego após desastre. *Folha de São Paulo*, 3 Fev 2019. Disponível em: < [www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/dependente-da-vale-brumadinho-teme-desemprego-apos-desastre.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/dependente-da-vale-brumadinho-teme-desemprego-apos-desastre.shtml) >.

LINHARES, C. Brumadinho vive abalo emocional e bolha de crescimento econômico um ano após tragédia. *Folha de S. Paulo*, 24 Jan 2020. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/brumadinho-vive-abalo-emocional-e-bolha-de-crescimento-economico-um-ano-apos-tragedia.shtml> >. Acesso em: 03 Jun 2020.

LINHARES, C.; VALENTE, R. Após sirene, moradores deixam casas de zonas de risco em Brumadinho. *Folha de S. Paulo*, 27 Jan 2019. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/01/apos-sirene-moradores-deixam-casas-em-bairro-atingido-pela-lama-em-brumadinho.shtml> >. Acesso em: 07 Mar 2019.

LOCATELLI, P. Com luto, ódio e busca por corpos, Brumadinho (MG) teme futuro sem a Vale. *Uol*, 25 Fev 2019. Disponível em: < <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/reporter-brasil/2019/02/25/com-luto-odio-e-busca-por-corpos-brumadinho-teme-futuro-sem-a-vale.htm> >.

LÖF, A.; ERICSSON, M. Global Iron Ore Report: Iron Ore Prices Remain Relatively High. *Engineering and Mining Journal*, v. 220, n. 11, p. 34-39, 2019.

LOWENTHAL, D. *The Past is a Foreign Country*. New York: Cambridge University Press, 2015.

LUKES, S. *Power: a radical view*. 2nd. Basingstoke: 2005.

MACIEL, A. O estado de Minas a serviço da Vale. *Agência Pública*, 12 Fev 2019. Disponível em: <<https://apublica.org/2019/02/o-estado-de-minas-a-servico-da-vale/>>. Acesso em: 12 Mar 2019.

MANSUR, M. S. *et al.* Antes fosse mais leve a carga: introdução aos argumentos e recomendações referentes ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. In: IGUANA (Ed.). *Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton*: Márcio Zonta Charles Trocate, v.2, 2016. p.17-49. (A questão Mineral no Brasil).

MARKET INDEX. Iron Ore 40yr price history. *Market Index*, 2020. Disponível em: < <https://www.marketindex.com.au/sites/default/files/commodities/iron-ore-price-history.xlsx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

MARQUES NETO, R. As regiões montanhosas e o planejamento de suas paisagens: proposta de zoneamento ambiental para a Mantiqueira meridional mineira. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia*, n. 35, 2018/04/18/ 2018. ISSN 1958-9212. Disponível em: < <http://journals.openedition.org/confins/13070> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:57.

MARTIN, J.-Y. A geograficidade dos movimentos socioespaciais. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, n. 19-20, p. 26-41, 1997 1997.

MARTINS, E. R. Geografia e ontologia: o fundamento geográfico do ser. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, n. 21, p. 33, 2007/08/30/ 2007. ISSN 2179-0892, 1414-7416. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74047> >. Acesso em: 2020/11/18/19:04:22.

MARX, S. *et al.* Geographic information analysis and web-based geoportals to explore malnutrition in Sub-Saharan Africa: a systematic review of approaches. *BMC Public Health*, v. 14, n. 1, p. 1189, 2014/12// 2014. ISSN 1471-2458. Disponível em: < <http://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-1189> >. Acesso em: 2020/11/13/18:39:45.

MEDEIROS, G.; HOLANDA, M. Solutions for Data Quality in GIS and VGI: A Systematic Literature Review. In: ROCHA, Á.;ADELI, H., *et al* (Ed.). *New Knowledge in Information Systems and Technologies*. Cham: Springer International Publishing, v.930, 2019. p.645-654. ISBN 978-3-030-16180-4 978-3-030-16181-1.

MILANEZ, B. *et al.* Minas não há mais: Avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba. *Versos - Textos para Discussão PoEMAS*, v. 3, n. 1, p. 1-114, 2019.

MILANEZ, B. *et al.* *A Estratégia Corporativa da Vale S.A.: um modelo analítico para Redes Globais Extrativas*. 2018.

MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. M. O número de barragens sem estabilidade dobrou, “e daí?”: uma avaliação da (não-)fiscalização e da nova Lei de (in)Segurança de Barragens. *Versos - Textos para Discussão PoEMAS*, v. 4, n. 4, p. 1-14, 2020.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 46.937, de 21 de janeiro de 2016. Regulamenta o art. 28 da Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, e dá outras providências. 21 Jan 2016a. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40097> >. Acesso em: 19 Fev 2019.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 46.953, de 24 de fevereiro de 2016. Dispõe sobre a organização do Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam –, de que trata a Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016. 24 Fev 2016b. Disponível em: < <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=46953&ano=2016> >. Acesso em: 19 Fev 2019.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 47.042, de 6 de setembro de 2016. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 06 Set 2016c. Disponível em: < <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=DEC&num=47042&ano=2016> >. Acesso em: 19 Fev 2019.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências. 21 Jan 2016d. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095> >. Acesso em: 17 Fev 2019.

MINAS GERAIS. Projeto de Lei nº 3.676, de 7 de julho de 2016. Dispõe sobre o licenciamento ambiental e a fiscalização de barragens no Estado. *Assembleia Legislativa de Minas Gerais*, 07 Jul 2016e. Disponível em: < [https://www.almg.gov.br/atividade\\_parlamentar/tramitacao\\_projetos/interna.html?a=2016&n=3676&t=PL&aba=js\\_tabVisao](https://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/interna.html?a=2016&n=3676&t=PL&aba=js_tabVisao) >. Acesso em: 17 Fev 2019.

MINAS GERAIS. Projeto de Lei nº 3.695, de 8 de julho de 2016. Estabelece normas de segurança para as barragens destinadas à disposição final ou temporária de rejeitos de mineração no Estado. *Assembleia Legislativa de Minas Gerais*, 08 Jul 2016f. Disponível em: < [https://www.almg.gov.br/atividade\\_parlamentar/tramitacao\\_projetos/interna.html?a=2016&n=3695&t=PL](https://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/interna.html?a=2016&n=3695&t=PL) >. Acesso em: 17 Fev 2019.

MINAS GERAIS. *Parecer Único nº 0786757/2018*. SUPERINTENDÊNCIA DE PROJETOS, P. 2018a.

MINAS GERAIS. Projeto de Lei nº 5.316, de 4 de julho de 2018. Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens. *Assembleia Legislativa de Minas Gerais*, 04 Jul 2018b. Disponível em: < [https://www.almg.gov.br/atividade\\_parlamentar/tramitacao\\_projetos/interna.html?a=2018&n=5316&t=PL](https://www.almg.gov.br/atividade_parlamentar/tramitacao_projetos/interna.html?a=2018&n=5316&t=PL) >. Acesso em: 17 Fev.

MINAS GERAIS. *Lei 23.291 de 25 de fevereiro de 2019 - Institui a política estadual de segurança de barragens*. Belo Horizonte: 2019.

MINASGERAIS. Decreto Estadual nº 48.078 de 5 de novembro de 2020. Regulamenta os procedimentos para análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE, estabelecido no art 9º da Lei nº 23 291, de 25 de fevereiro de 2019, que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens. 06 Nov 2020. Disponível em: < <https://www.jornalminasgerais.mg.gov.br/?dataJornal=2020-11-06#caderno-jornal> >. Acesso em: 10 Nov 2020.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza tecnológica*. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2003. 453.

MOORE, J. W. The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, v. 44, n. 3, p. 594-630, 2017/05/04/ 2017. ISSN 0306-6150, 1743-9361. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03066150.2016.1235036> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:33.

MOURA, E. *et al. Vale do Rio Doce: nem tudo que reluz é ouro: da privatização à luta pela reestatização*. São Paulo: Editora Sundermann, 2007.

MOURA, J. Vale ensaia recuperar valor de mercado pré-Brumadinho. *Folha de S. Paulo*, 2020. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/01/vale-recupera-valor-de-mercado-pre-brumadinho.shtml> >. Acesso em: 14 Jan.

MPMG. *Ação Civil Pública com pedido principal em aditamento ao pedido de tutela provisória cautelar em caráter antecedente e com pedido de tutelas de urgência e evidência. Autos nº 5000053-16.2019.8.13.0090*. Brumadinho: Ministério Público do Estado de Minas Gerais, 2019a.

MPMG. Chamada Pública - Assessoria técnica independente - Bacia do Paraopeba. 2019b. Disponível em: < <https://www.mpmg.mp.br/areas-de-atuacao/defesa-do-cidadao/inclusao-e-mobilizacao-sociais/conflitos-socioambientais/> >. Acesso em: May 12, 2020.

MPMG. Mar de lama nunca mais: por que a importância de aperfeiçoar a legislação sobre barragens. *Ministério Público do Estado de Minas Gerais*, 08 Feb 2019c. Disponível em: < <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/mar-de-lama-nunca-mais-por-que-a-importancia-de-aperfeicoar-a-legislacao-sobre-barragens.htm> >. Acesso em: 16 Feb 2019.

MPMG. Decisão judicial garante a presença de assessorias técnicas para os atingidos pelo desastre de Brumadinho. *Ministério Público de Minas Gerais*, 02 Jun 2020. Disponível em: < <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/decisao-judicial-garante-a-presenca-de-assessorias-tecnicas-para-os-atingidos-pelo-desastre-de-brumadinho.htm> >. Acesso em: 05 Jun 2020.

MTE. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). *Ministério do Trabalho e Emprego*, 2018a. Disponível em: < [http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged\\_perfil\\_municipio/index.php](http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_perfil_municipio/index.php) >. Acesso em: 30 Mar 2019.

MTE. Relação anual de informações sociais. *Ministério do Trabalho e Emprego*, 2018b. Disponível em: < <http://trabalho.gov.br/index.php/rais> >. Acesso em: 30 Mar 2019.

NECHAYEVA, E. G. Evolution of the plain-taiga geosystems of Western Siberia. *Geography and Natural Resources*, v. 30, n. 2, p. 113-118, 2009/06// 2009. ISSN 18753728. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187537280900029X> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:37.

NICHO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. *Mina Córrego do Feijão recuperação de pellet feed da barragem I e VI e estruturas associadas - Estudo de Impacto Ambiental (EIA)*. Brumadinho: Novembro 2010. 2010a

NICHO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. *Mina Córrego do Feijão recuperação de pellet feed da barragem I e VI e estruturas associadas - Plano de Controle Ambiental (PCA)*. Brumadinho: Novembro 2010. 2010b

NICHO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. *Mina da Jangada: Continuidade das operações da cava da Jangada, da Pilha de Estéril Jacó III e da Pilha de Estéril Menezes. Estudo de Impacto Ambiental e Plano de Controle Ambiental - EIA / PCA*. Belo Horizonte. 2013

NICHO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. *Mina da Jangada - continuidade das operações da mina da Jangada - Estudo de Impacto Ambiental e Plano de Controle Ambiental EIA/PCA Tomo I*. Belo Horizonte. 2014

NICHO ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. *Projeto de continuidade das operações da mina da Jangada de Córrego do Feijão - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)*. Belo Horizonte. 2015

NOAL, D. S.; RABELO, I. V. M.; CHACHAMOVICH, E. O impacto na saúde mental dos afetados após o rompimento da barragem da Vale. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 5, p. e00048419, 2019. ISSN 1678-4464, 0102-311X. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2019000600503&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2019000600503&tlng=pt) >. Acesso em: 2020/11/19/14:39:20.

OLIVEIRA, C. R. *Quem é quem nas discussões do novo código da mineração 2014* Rio de Janeiro: IBASE, 2015.

OLIVEIRA, J. Dúvida sobre segurança de barragem pode provocar remoção de 4 mil habitantes em Itabira. *em.com.br*, 23 Mar 2019. Disponível em: < [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/23/interna\\_gerais,1040342/duvida-sobre-seguranca-de-barragem-pode-provocar-remocao-de-4-mil-habi.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/23/interna_gerais,1040342/duvida-sobre-seguranca-de-barragem-pode-provocar-remocao-de-4-mil-habi.shtml) >. Acesso em: 07 Abr 2019.

OLIVEIRA, T. A. *A concepção geossistêmica aplicada ao estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais – Brasil*. 2013. (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de São Paulo, Presidente Prudente.

OLIVEIRA, T. A.; VIADANA, A. G.; PEREIRA, A. A. Fragilidade ambiental e dinâmica geossistêmica: Mapeamento da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais - Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 20, n. 71, p. 504-516, 2019/08/31/ 2019. ISSN 1678-6343. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46666> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:42.

OLIVEIRA, V. C.; OLIVEIRA, D. C. A semântica do eufemismo: mineração e tragédia em Brumadinho. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, v. 13, n. 1, 2019/03/29/ 2019. ISSN 1981-6278. Disponível em: < <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1783> >. Acesso em: 2020/11/18/19:04:39.

OLIVO, C. *Rompimento de Brumadinho pode aumentar receita da Vale em US\$1 bi*. CBN. Rio de Janeiro: CBN 2019.

PACHECO, T. Inequality, environmental injustice, and racism in Brazil: beyond the question of colour. *Development in practice*, v. 18, n. 6, p. 713-725, 2008. ISSN 0961-4524.

PAIVA, L.; PETRY, R. *Brumadinho testa confiança na Vale*. Capital Aberto 2019.

PAIXÃO, M. *et al.* Relatório anual das desigualdades raciais no Brasil; 2009-2010. *Rio de Janeiro: Garamond*, 2010.

PEARSON, S.; MAGALHÃES, L.; KOWSMANN, P. Brazil's Vale Vowed 'Never Again.' Then Another Dam Collapsed. . *The Wall Street Journal*, 31 Dec 2019. Disponível em: < <https://www.wsj.com/articles/brazils-vale-vowed-never-another-dam-collapse-then-an-even-worse-one-11577809114> >. Acesso em: 24 May 2020.

PELOGGIA, A. U. G. *Delineação e aprofundamento temático da geologia do Tecnógeno do Município de São Paulo*. 1997. 262 (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PELOGGIA, A. U. G. *et al.* Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 1, 2014/09/26/ 2014. ISSN 2176-6142. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/34823> >. Acesso em: 2020/11/14/02:54:48.

PERPETUA, G. M. *Pilhagem territorial, precarização do trabalho e degradação do sujeito que trabalha : a territorialização do capital arbóreo-celulósico no Brasil contemporâneo*. 2016. 370 (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

PIRETE DA SILVA, W. *Estudo do potencial de liquefação estática de uma barragem de rejeito alteada para montante aplicando a metodologia de Olson (2001)*. 2010. (Mestrado Profissional). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

PJMG. *Termo de audiência, 07 de março de 2019, 6a Vara da Fazenda Pública e Autarquias, Comarca de Belo Horizonte. Processo 5010709-36.2019.8.13.0024*. Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais, 2019a.

PJMG. *Termo de audiência, 20 de fevereiro de 2019, 6a Vara da Fazenda Pública e Autarquias, Comarca de Belo Horizonte. Processo 5010709-36.2019.8.13.0024*. Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais, 2019b.

PJMG. *Termo de audiência, 21 de março de 2019, 6a Vara da Fazenda Pública e Autarquias, Comarca de Belo Horizonte. Processo 5010709-36.2019.8.13.0024*. Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais, 2019c.

PJMG. *Termo de audiência, 24 de setembro de 2019, 6a Vara da Fazenda Pública e Autarquias, Comarca de Belo Horizonte. Processo 5010709-36.2019.8.13.0024*. Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais, 2019d.

PJMG. *Termo de audiência, 28 de novembro de 2019, 6a Vara da Fazenda Pública e Autarquias, Comarca de Belo Horizonte. Processo 5010709-36.2019.8.13.0024*. Poder Judiciário do Estado de Minas Gerais, 2019e.

PONTES, N. "Estamos um pouco abandonados em Brumadinho", diz prefeito. *Deutsche Welle*, 25 Fev 2019. Disponível em: < <https://www.dw.com/pt-br/estamos-um-pouco-abandonados-em-brumadinho-diz-prefeito/a-47671113> >.

PULIDO, L. Rethinking environmental racism: White privilege and urban development in Southern California. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 90, n. 1, p. 12-40, 2000. ISSN 0004-5608.

PWC. Mine 2020: Resilient and resourceful. *PricewaterhouseCoopers* 2020. Disponível em: < <https://www.pwc.com/gx/en/energy-utilities-mining/publications/pdf/pwc-mine-2020.pdf> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

REVISTA MINÉRIOS & MINERALES. *Vale reduz custo de produção de minério de ferro em 41%*. Revista Minérios & Minerales, 2015.

RODRIGUES, A. L. *et al.* Tragédia da Vale em Brumadinho-MG: aumento dos casos de dengue e chikungunya um ano após o desastre. *Revista Interfaces*, v. 8, n. 2, 2020 2020.

RODRIGUEZ, J. M. M.; DA SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: UFC edições, 2007. 222.

ROTTA, L. H. S. *et al.* The 2019 Brumadinho tailings dam collapse: Possible cause and impacts of the worst human and environmental disaster in Brazil. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 90, p. 102119, 2020. ISSN 0303-2434.

RYNGELBLUM, I. Vale terá de pagar R\$ 8 mi por mês de assessoria a vítimas de Brumadinho. *Valor Econômico*, Mar 06 2020. Disponível em: < <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2020/03/06/vale-tera-de-pagar-r-8-mi-por-mes-de-assessoria-a-vitimas-de-brumadinho.ghtml> >. Acesso em: May 12, 2020.

SAFATLE, C. *Grandes empresas perdem espaço com o 'novo' BNDES*. Valor Econômico. Brasília 2019.

SALOMÃO, R. *Agricultores prejudicados por lama de Brumadinho podem ser até 400*. Globo Rural 2019.

SAMPAIO, C. Como o lobby de mineradoras trava projetos de interesse público sobre barragens. *Brasil de Fato*, 28 Jan 2019. Disponível em: < <https://www.brasildefato.com.br/2019/01/28/como-o-lobby-de-mineradoras-trava-projetos-de-interesse-publico-sobre-barragens/> >. Acesso em: 06 Mar 2019.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007/02// 2007. ISSN 1413-3555. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt) >. Acesso em: 2020/11/13/18:38:44.

SANTOS, E. O.; DA SILVA, F. A. C. Revisitando o conceito de escala na geografia. *Boletim de Geografia*, v. 32, n. 3, p. 16, 2014. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/19554> >. Acesso em: 2020/11/13/18:39:30.

SANTOS, M. *Por uma outra globalização – do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record, 2006. 176.

SANTOS, R. S. P. A nova governança corporativa da Vale S.A.: um percurso político em direção à “true corporation”. *Versos - Textos para Discussão PoEMAS*, v. 1, n. 4, p. 1-20, 2017.

SANTOS, R. S. P. A construção social de uma corporação transnacional: notas sobre a “nova „privatização” da Vale S.A. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas*, v. 13, n. 2, p. 230-270, 2019.

SANTOS, R. S. P.; MILANEZ, B. Redes Globais de Produção (RGPs) e conflito socioambiental: A Vale SA e o complexo minerário de Itabira. VII Simpósio Internacional de Geografia Agrária, 2015, Goiânia. p.2093-2108.

SANTOS, R. S. P.; MILANEZ, B. The construction of the disaster and the 'privatization' of mining regulation: reflections on the tragedy of the Rio Doce Basin, Brazil. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, v. 14, n. 2, p. 127-149, 2017a.

SANTOS, R. S. P.; MILANEZ, B. Poder e Ação Econômica: reflexões a partir do exercício do poder corporativo na mineração de ferro. *Política & Trabalho*, n. 48, p. 95-113, 2017b.

SANTOS, R. S. P.; MILANEZ, B. *A Culpa é da Vale. Mas o que é a Vale?* Folha de São Paulo. São Paulo: C6-C7 p. 2019.

SANTOS, R. S. P.; WANDERLEY, L. J. M. Dependência de barragem, alternativas tecnológicas e a inação do estado: repercussões sobre o monitoramento de barragens e o licenciamento do Fundão. In: ZONTA, M. e TROCATE, C. (Ed.). *Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco / Vale / BHP*. Marabá: Editorial Iguana, v.2, 2016. p.87-137.

SEABRA, L. *BofA mantém indicação de compra para Vale: tragédia é revés, mas não tem escala de Samarco e pode elevar preço do minério*. SeuDinheiro, 2019.

SEMAD. *Certificado no 211/2011 SUPRAM CM - Licença ambiental*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte. 2011

SEMAD. Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM). *Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*, 2019. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/siam/processo/index.jsp> >. Acesso em: 09 Mar 2019.

SEMAD; FEAM. *Resolução Conjunta SEMAD/FEAM nº 2.765, de 30 de janeiro de 2019*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Desenvolvimento Sustentável, Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2019.

SERPA, A. Ser lugar e ser território como experiências do ser-no-mundo: um exercício de existencialismo geográfico. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, v. 21, n. 2, p. 586, 2017/10/19/2017. ISSN 2179-0892, 1414-7416. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/125427> >. Acesso em: 2020/11/18/19:04:17.

SERRA, C. *A tragédia em Mariana: a história do maior desastre ambiental do Brasil* Rio de Janeiro: Record, 2018.

SICONFI. Consultar Declaração. *Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro*, 2018. Disponível em: < [https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/declaracao/declaracao\\_list.jsf;jsessionid=uqR1rIUadzbsJK5xsKBDdguk.node1](https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/declaracao/declaracao_list.jsf;jsessionid=uqR1rIUadzbsJK5xsKBDdguk.node1) >. Acesso em: 30 Mar 2019.

SILVA, A. A. *et al.* O impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã. *Sustainability in Debate*, v. 10, n. 3, p. 17, 2019 2019.

SILVA, J. J. *Tratado de Geographia Descriptiva Especial da Provincia de Minas Geraes*. Juiz de Fora: Typografia do Pharol, 1878.

SILVA, J. M.; CURI, A.; CARMO FLORES, J. C. A dependência da arrecadação do município de Ouro Preto do setor mineral. *Rem: Revista Escola de Minas*, v. 65, n. 3, p. 385-391, 2012. ISSN 0370-4467.

SILVA, M. Z. *A Vale do Rio Doce na estratégia do desenvolvimentismo brasileiro*. Vitória: EDUFES, 2004.

SILVEIRA, M. L. Escala geográfica: da ação ao império? *Terra Livre*, v. 2, n. 23, p. 87-96, 2004 2004.

SOARES, L. E. 'Somos muito dependentes da mineração', diz vice-prefeito de Brumadinho. *Hoje em dia*, 25 Jan 2019. Disponível em: < <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/somos-muito-dependentes-da-minera%C3%A7%C3%A3o-diz-vice-prefeito-de-brumadinho-1.688927> >. Acesso em: 06 Abr 2019.

SOARES, W. As fronteiras epistemológicas entre geografia e história e a travessia conciliadora na geo-história da expansão marítima portuguesa. *Geografia*, v. 38, n. 1, p. 37-53, 2013.

SOBRAL, A. *et al.* Desastres naturais – sistemas de informação e vigilância: uma revisão da literatura. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 19, n. 4, p. 389-402, 2010 2010.

SOTCHAVA, V. B. Geography and Ecology. *Soviet Geography: Review & Translation*, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOTCHAVA, V. B. *Introdução ao estudo de geossistemas*. Novosibirsk: Academia Russa de Ciências, 1978.

SOUZA, M. L. *Ambientes e territórios: uma introdução à Ecologia Política*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

SPINK, M. J. P. Viver em áreas de risco: tensões entre gestão de desastres ambientais e os sentidos de risco no cotidiano. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 19, n. 9, p. 3743-3754, 2014.

SUPPRI. *Parecer Único nº 0786757/2018*. Superintendência de Projetos Prioritários, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte: 20 Nov 2018. 2018a

SUPPRI. *Relatório Técnico SUPPRI nº 14/2018*. Superintendência de Projetos Prioritários. Belo Horizonte: 30 Mar 2018. 2018b

SUPRAM. *Parecer Único 145/2009*. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte. 2009

SUPRAM. *Parecer Único 430/2010*. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Central Metropolitana Belo Horizonte: 16 Jun 2011. 2010

SUPRAM. *Parecer Único 046/2011*. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte: 16 Jun 2011. 2011

SUPRAM. *Parecer único nº 079-2018*. Superintendência Regional de Meio Ambiente. Belo Horizonte. 2018

TCEMG. *Auditoria Operacional nº 951.431*. Belo Horizonte: Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais, 2017.

THOMPSON, F. *et al.* Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba River. *Science of The Total Environment*, v. 705, p. 135914, 2020/02// 2020. ISSN 00489697. Disponível em: < <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969719359091> >. Acesso em: 2020/11/19/14:40:06.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196.

- TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.
- TRINER, G. D. *Mining and the state in Brazilian development*. London: Pickering & Chatto, 2011.
- TUAN, Y. F. Espaço, tempo, lugar: um arcabouço humanista. *Geograficidade*, v. 1, n. 1, p. 12, 2011 2011.
- TUAN, Y. F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. SciELO-EDUEL, 2012.
- TÜV SÜD. *Auditoria técnica de segurança 2o ciclo 2018, Complexo Paraopeba, Mina Córrego Feijão, Barragem I*. Tüv Süd. 2018a
- TÜV SÜD. *Revisão periódica de segurança de barragem mina Córrego Feijão - Barragem I - Relatório técnico*. 24 Ago. 2018b
- VALE. *Formulário 20 F 2009*. Rio de Janeiro. 2010
- VALE. *Formulário 20 F 2010*. Rio de Janeiro. 2011
- VALE. *Formulário 20 F 2011*. Rio de Janeiro. 2012a
- VALE. *Nossa história*. Rio de Janeiro: Vale S.A, 2012b.
- VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2012*. Rio de Janeiro. 2012c
- VALE. *Formulário 20 F 2012*. Rio de Janeiro. 2013a
- VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2013*. Rio de Janeiro. 2013b
- VALE. *Formulário 20 F 2013*. Rio de Janeiro. 2014a
- VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2014*. Rio de Janeiro. 2014b
- VALE. *Formulário de Referência 2015*. Vale S.A. Rio de Janeiro. 2015a
- VALE. *GARAL 644/2015 Ref PA COPAM 245/2004/046/2010 - Rev. LO 211/2011 - Revalidação Mina Córrego do Feijão*. Vale S.A. Nova Lima: 21/08/2015. 2015b

- VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2015*. Rio de Janeiro. 2015c
- VALE. *Formulário 20-F. Relatório Anual 2015*. 31 mar. 2016, p.276. 2016a
- VALE. *Formulário de Referência 2016*. Vale S.A. Rio de Janeiro. 2016b
- VALE. *GARAL 571/2016 Ref PA COPAM 245/2004/046/2010 - Rev. LO 211/2011 - Revalidação Mina Córrego do Feijão*. Vale S.A. Nova Lima: 22/08/2016. 2016c
- VALE. *Mina da Jangada e Mina Córrego do Feijão - Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental - RADA*. Vale S.A. Belo Horizonte: 02 Jan 2017. 2016d
- VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2016*. Rio de Janeiro. 2016e
- VALE. *Acordo de Acionistas da Vale S.A.*, p.31. 2017a
- VALE. *Composição acionária*. Rio de Janeiro: Vale S.A.; Departamento de Relações com Investidores, 2017b. 1 Acesso em: 10 abr. 2017.
- VALE. *Estatuto Social: Vale S.A.* Vale. Rio de Janeiro, p.29. 2017c
- VALE. *Formulário 20-F. Relatório Anual 2016*. Rio de Janeiro, p.188. 2017d
- VALE. *Formulário de Referência 2017*. Vale S.A. Rio de Janeiro. 2017e
- VALE. *Manual para Participação na Assembleia Geral Extraordinária da Vale SA*. 18 out. 2017, p.33. 2017f
- VALE. Vale:acaminhodatruecorporation. *ValeS.A.*, 20Fev2017g. Disponível em: <[http://www.vale.com/PT/investors/information-market/presentations-webcast/PresentationsWebCastDocs/170220%20Apresentacao\\_Institucional\\_Vale\\_p.pdf](http://www.vale.com/PT/investors/information-market/presentations-webcast/PresentationsWebCastDocs/170220%20Apresentacao_Institucional_Vale_p.pdf)>. Acesso em: 16 Abr 2019.
- VALE. Formulário 20-F. Relatório Anual 2017. 13 Abr 2018a. Disponível em: <[http://www.vale.com/EN/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale\\_20F\\_2017\\_i.PDF](http://www.vale.com/EN/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale_20F_2017_i.PDF)>. Acesso em: 23 Jul 2018.
- VALE. *Formulário 20 F 2017*. Rio de Janeiro. 2018b
- VALE. *Formulário de Referência 2018*. Vale S.A. Rio de Janeiro. 2018c

VALE. *Gerência de Meio Ambiente Sudeste 01249/2008 Ref PA COPAM 245/2004/046/2010 - Rev. LO 211/2011 - Revalidação Mina Córrego do Feijão*. Vale S.A. Nova Lima: 20/08/2018. 2018d

VALE. *Relatório de Sustentabilidade 2017*. Rio de Janeiro. 2018e

VALE. *Demonstrações Financeiras 31 de dezembro de 2018. IFRS em US\$(Português)*. Vale S.A. Rio de Janeiro, p.80 p. 2019a

VALE. Formulário 20-F. Relatório Anual 2018. 18 Abr 2019b. Disponível em: < [http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale\\_20-F%20FY2018%20-%20final\\_p.pdf](http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale_20-F%20FY2018%20-%20final_p.pdf) >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Preço das ações. *Vale S.A.*, 23 Jan 2019c. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/investors/equity-debt/stock-price/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 24 Jan 2019.

VALE. Vale firma acordo parcial para atendimento emergencial às famílias de empregados próprios e terceirizados. *Vale S.A.*, 16 Fev 2019d. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/Vale-firma-acordo-parcial-para-atendimento-emergencial-as-familias-de-empregados-proprios-e-terceirizados.aspx> >. Acesso em: 08 Abr 2019.

VALE. Vale informa sobre afastamento temporário de executivos. *Vale S.A.*, 2 Mar 2019e. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/investors/information-market/press-releases/Paginas/Vale-informa-sobre-afastamento-temporario-de-executivos.aspx> >. Acesso em: 16 Abr 2019.

VALE. Conselho de Administração. *Vale S.A.*, 2020a. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/leadership/board/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Formulário 20-F. Relatório Anual 2019. 3 Abr 2020b. Disponível em: < [http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale%2020-F%202019\\_p.pdf](http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale%2020-F%202019_p.pdf) >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Mineração, nosso principal negócio. *Vale S.A.*, 2020c. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Política de Remuneração da Diretoria Executiva. *Vale S.A.*, 2020d. Disponível em: < [http://www.vale.com/brasil/PT/suppliers/code\\_conduct/Documents/POL-0027-G-Pol%C3%ADtica%20de%20Remunera%C3%A7%C3%A3o%20Diretoria%20Executiva\\_P.PDF](http://www.vale.com/brasil/PT/suppliers/code_conduct/Documents/POL-0027-G-Pol%C3%ADtica%20de%20Remunera%C3%A7%C3%A3o%20Diretoria%20Executiva_P.PDF) >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Preço das ações - Vale ON. *Vale S.A.*, 2020e. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/investors/equity-debt/stock-price/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Relatório de Sustentabilidade 2019. 2020f. Disponível em: < [http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/sustainability-reports/Sustentabilidade/Relatorio\\_sustentabilidade\\_vale\\_2019\\_alta\\_pt.pdf](http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/sustainability-reports/Sustentabilidade/Relatorio_sustentabilidade_vale_2019_alta_pt.pdf) >.

VALE. Resultado Financeiro 4T19. *Vale S.A.*, 2020g. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/business/reports/4t19/Paginas/default.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Vale atualiza sobre o Terminal Marítimo Teluk Rubiah. *Vale S.A.*, 2020h. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/vale-atualiza-sobre-o-terminal-maritimo-teluk-rubiah.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE. Vale informa redução de participação acionária relevante. *Vale S.A.*, 2020i. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/investors/information-market/press-releases/Paginas/Vale-informa-redu%C3%A7%C3%A3o-de-participa%C3%A7%C3%A3o-acion%C3%A1ria-relevante0805-9068.aspx> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

VALE S.A. Listas atualizadas. 28 Dec 2019. Disponível em: < [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/29122019835.pdf](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/29122019835.pdf) >. Acesso em: 24 May 2020.

VALEPAR. *Instrumento Particular de Acordo de Acionistas da Valepar S.A.*, p.39. 1997

VALEPAR. *Acordo de Acionistas da Valepar S.A.* 2017

WANDERLEY, L. J. M.; GONÇALVES, R. J. A. F.; MILANEZ, B. Pedras de sangue e choro maculam a vertente. *Élisée - Revista de Geografia da UEG*, v. 5, n. 1, p. 30-56, 2016.

WANDERLEY, L. J. M. *et al.* Desastre da Samarco/Vale/BHP no vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socioambientais. *Ciência e Cultura*, v. 68, n. 3, p. 30-35, 2016.

WINIWARTER, V. Abordagens sobre a História Ambiental: um guia de campo para os seus conceitos. *Abordagens Geográficas*, v. 1, n. 1, p. 1-21, 2010.

WORLD BANK. World Bank commodity price data (The Pink Sheet). *World Bank* 03 Mar 2019. Disponível em: < <http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> >. Acesso em: 08 Mar 2019.

XAVIER, J. B.; VIEIRA, L. P. D. O. O trabalho e seus sentidos: a destruição da força humana que trabalha. *In: BRUNO MILANEZ, C. L. (Ed.). Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição*, 2016. p.197-229.

YAHOO FINANCE. Top Institutional Holders. *Yahoo Finance*, 2020. Disponível em: < <https://finance.yahoo.com/quote/VALE/holders?p=VALE> >. Acesso em: 21 Nov 2020.

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K.; PAIVA, A. Uma sociologia do licenciamento ambiental: o caso das hidrelétricas em Minas Gerais. In: ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K., et al (Ed.). *A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p.88-117.

ZHOURI, A. et al. O desastre no rio Doce: entre as políticas de reparação e a gestão das afetações. In: ZHOURI, A. (Ed.). *Mineração, violências e resistências: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil*. Marabá: Editorial iGuana, 2018. p.28-64.

ZHOURI, A. et al. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. *Ciência e Cultura*, v. 68, n. 3, p. 36-40, 2016/09// 2016. ISSN 0009-6725. Disponível em: < [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252016000300012&lng=pt&tlng=pt](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300012&lng=pt&tlng=pt) >. Acesso em: 2020/11/19/14:29:26.

# SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES

## **ALFREDO COSTA**

Doutor em Geografia (Organização do Espaço) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG - Campus Pirapora). Líder do Grupo de Pesquisa TITAN (Temáticas de Integração Territorial e Ambiental no Norte e Nordeste Mineiro).

## **BRUNO MILANEZ**

Doutor em Política Ambiental pela Lincoln University. Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica e do Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Coordenador do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

## **CAROLINA CAMPOS EDUARDO OLIVEIRA**

Mestre em Geografia (Dinâmicas socioambientais) pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Membro do Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno (NEQUAT) e membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA).

## **GABRIELA BARRETO DE OLIVEIRA**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestranda em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade (ESCAS/IPÊ).

## **ISABEL PATRÍCIA MARTINS BAÊTA GUIMARÃES**

Bacharela em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da mesma instituição (PPGEO-UFJF). Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA).

## **LUCAS MAGNO**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG - Campus Muriaé) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Viçosa - PPGEO/UFV. Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **LUIZ JARDIM WANDERLEY**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense (UFF) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ-FFP). Coordenador do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **MAÍRA SERTÃ MANSUR**

Mestre em Sociologia e Antropologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Antropologia (PPGSA) da UFRJ. Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **MIGUEL FERNANDES FELIPPE**

Doutor em Geografia (Análise Ambiental) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Coordenador do Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA).

### **RAQUEL GIFFONI PINTO**

Doutora em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora do Departamento de Análise Geoambiental da Universidade Federal Fluminense (UFF). Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **REBEKA GIRARDI KNOP**

Licenciada em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Estudante de Bacharelado em Geografia pela mesma instituição (UFJF). Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA).

### **RICARDO JUNIOR DE ASSIS FERNANDES GONÇALVES**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Professor dos Cursos de Graduação (Unidade Iporá) e Pós-Graduação (Campus Cora Coralina) em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **RODRIGO BATISTA LOBATO**

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Engenharia Cartográfica pela Instituto Militar de Engenharia (IME) e Geógrafo do magistério pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor do Departamento de Geografia da Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mediador à distância do CEDERJ/UERJ e Coordenador do grupo de pesquisa PANGEA.

### **RODRIGO SALLES PEREIRA DOS SANTOS**

Doutor em Ciências Humanas (Sociologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor do Departamento de Sociologia e do Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Antropologia (PPGSA) da UFRJ. Membro do PoEMAS e Coordenador do núcleo de pesquisa Desenvolvimento, Trabalho e Ambiente (DTA).

### **TÁDZIO PETERS COELHO**

Doutor em Ciências Sociais pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor do Departamento de Ciências Sociais e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS).

### **TELMA MENDES DA SILVA**

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Membro do Núcleo de Estudos do Quaternário e Tecnógeno (NEQUAT).

### **THOMAZ ALVISI DE OLIVEIRA**

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista-UNESP/Rio Claro. Professor do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais-IFSULDEMINAS/Campus Poços de Caldas junto aos cursos de Licenciatura em Geografia e Tecnologia em Gestão Ambiental. Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Temáticas Especiais Relacionadas ao Relevo e à Água (TERRA).