

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIAIS

TÂNIA MARIA SILVEIRA

**VULNERABILIDADE POLÍTICO-INSTITUCIONAL:
A complexa dimensão do risco de desastre**

VITÓRIA
2024

TÂNIA MARIA SILVEIRA

**VULNERABILIDADE POLÍTICO-INSTITUCIONAL:
A complexa dimensão do risco de desastre**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Sociais, na Linha de Pesquisa: Instituições, participação e políticas públicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Zorzal e Silva.

VITÓRIA
2024

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S587v Silveira, Tânia Maria, 1964-
Vulnerabilidade Político-Institucional: A complexa dimensão
do risco de desastre / Tânia Maria Silveira. - 2024.
481 p. : il.

Orientadora: Marta Zorzal e Silva..
Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e
Naturais.

1. Risco de desastres. 2. vulnerabilidade político-institucional.
3. Barragem de Fundão. 4. Samarco Mineração S.A.. 5. Vale S.A..
6. BHP Billiton. I. Zorzal e Silva., Marta. II. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e
Naturais. III. Título.

CDU: 316

Tânia Maria Silveira

**VULNERABILIDADE POLÍTICO-INSTITUCIONAL: A COMPLEXA DIMENSÃO DO
RISCO DE DESASTRE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais do Centro de Ciências Humanas e Naturais, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutora em Ciências Sociais.

Aprovada em 11 de julho de 2024.

Comissão Examinadora:

Profª Drª Marta Zorzal e Silva (UFES)
Orientadora e Presidente da Sessão

Profª Drª Cristiana Losekann (UFES)
Examinadora Titular Interna

Prof. Dr. Marcelo Martins Vieira (UFES)
Examinador Titular Interno

Prof. Dr. Adrian Gurza Lavalle (USP)
Examinador Titular Externo

Prof. Dr. Bruno Milanez (UFJF)
Examinador Titular Externo



DEDICATÓRIA

Em memória das vítimas do rompimento da barragem de Fundão. Foram registrados 19 óbitos, sendo cinco de moradores da comunidade de Bento Rodrigues (três adultos e duas crianças) e 14 de trabalhadores da Samarco Mineração S.A., dos quais 13 eram terceirizados. E também um aborto forçado. Centenas de milhares de pessoas foram atingidas, bem como todo o ecossistema ao longo da bacia do Rio Doce e do litoral capixaba.

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma tese é um longo processo de descobertas e aprendizados, repleto de emoções que emergem na memória durante a conclusão do trabalho. Entre as lembranças significativas, a pandemia Covid19, que aconteceu no percurso desta pesquisa, despertou o mundo para a vulnerabilidade aos perigos dos desastres em escala global. Embora a elaboração de uma tese seja o exercício individual do pesquisador, por vezes, solitariamente mergulhado em dúvidas, a trajetória implica vivência coletiva na qual participam várias pessoas, inclusive aquelas que não constam na lista dos agradecimentos. Entre os nomes ausentes, estão os que iluminaram pontos específicos correlatos aos temas estudados, cujas contribuições permitiram evoluir no objeto de estudo. A minha gratidão aos professores e estudantes do Programa de Pós-Graduação em Ciência Sociais da Universidade Federal do Espírito Santo pela convivência proveitosa, presencial e *online*, ao longo desses anos. Aos meus professores, que possibilitaram jornadas de descobertas, por meio de aulas, debates, seminários, grupos de pesquisas, dentre outras modalidades de ensino-aprendizagem, que facilitaram o trabalho de pesquisa. Estendo o agradecimento aos pesquisadores de temas específicos que apontaram outras abordagens teóricas; como também, aos militantes dos movimentos sociais que pontuaram os limites e os desafios das políticas públicas vigentes.

Importa destacar que o presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, o apoio financeiro da bolsa de estudo que me permitiu dedicação exclusiva para a pesquisa. Outro aporte institucional importante foi o apoio do corpo administrativo da universidade (biblioteca, secretaria, coordenação) e a colaboração dos responsáveis dos órgãos públicos pesquisados.

Especial gratidão a minha orientadora, Professora Marta Zorzal e Silva, por sua visão ampla da ciência política e seu conhecimento nas temáticas da mineração e do desastre da Samarco, que iluminaram o caminho nos momentos obscuros da pesquisa. A conclusão deste trabalho também é fruto da sua orientação paciente, solidária e tão valiosa nos momentos de incertezas.

Aos professores que participaram das etapas de avaliação da pesquisa, bancas de qualificação e de defesa, cujas contribuições foram imprescindíveis aos resultados alcançados: Adrian Gurza Lavalle, Bruno Milanez, Cristiana Losekann e Marcelo Marques Vieira. Extensivamente, Marilda Teles Maracci, Raquel Giffoni Pinto e Sandro José da Silva, pela generosa disponibilidade.

Aos entrevistados, a minha gratidão pelas elucidações complementares e indicações de fontes documentais utilizadas que foram fundamentais para definir o foco do problema investigado e estabelecer os principais aspectos analisados: Adriano Tostes de Macedo, analista ambiental e integrante da Superintendência de Projetos Prioritários da SEMAD; Daniela Diniz, funcionária de carreira do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais; Gilberto Fialho Moreira, analista ambiental do IEF atuando na FEAM; Roberto Junio Gomes, Diretor de Gestão de Barragens e Recuperação de Áreas de Mineração e Indústria da Fundação Estadual de Meio Ambiente (GERAM); Júlio César Dutra Grillo, Superintendente do IBAMA no estado de Minas Gerais em 2018/2019; Wallace Alves de Oliveira Silva, analista e gestor ambiental da SEMAD; Helder Salomão, deputado federal e relator da Comissão Externa sobre fiscalização dos rompimentos de barragens e repactuação; João Carlos Siqueira (Padre João), deputado federal e relator da Comissão Externa sobre fiscalização dos rompimentos de barragens e repactuação; Rogério Correia, deputado federal e relator da Comissão Especial que acompanhou o desastre em Mariana, quando Deputado estadual, também foi relator da CPI de Brumadinho, atualmente é presidente da Comissão Especial que acompanha a repactuação do desastre em Mariana; Alex Ribeiro Gomes, assessor da liderança do PL no Senado; Apolo Eringer Lisbo, médico sanitário e ambientalista; Guilherme Souza, militante ambiental e integrante do MAB; Jéssica Poliane Gomes dos Santos, integrante do Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens; Maria Tereza de Freitas Corujo (Teca), integrante do Conselho de Política Ambiental.

A minha mais sincera gratidão aos amigos e amigas que contribuíram, de forma solidária, aportando conhecimentos técnicos especializados, debatendo as minhas dúvidas e questões, avaliando e revisando temas específicos, complementando informações, facilitando contatos para entrevistas, abrindo as portas de suas casas e compartilhando emoções: Antônio Marcos Perim; Arlindo Villaschi; Cledson de Souza Felipe; Fabíola Mazzini Leone; Filomena Gonçalves Mendes; Heider Boza; Izaque

Francisco Silva; Joceli Andrioli; Fernanda de Oliveira Lage; Karlla Cristina Gaiba Rebuli; Kleber Frizzera; Leonara Margotto Tartaglia; Luciana Silvestre Girelli; Luís Fernando Barbosa; Marciel Correia de Aquino; Maria da Penha Garcia; Maria Luiza Coleta; Maurício da Silva Gomes; Reinaldo Centoducate; Rosangela D'ávila; Ruth Reis; Tânia Araújo; Tânia Canabarro; Vanda Valadão.

Ao meu marido e companheiro, Charles da Vitória Reis, pois o seu apoio paciente e carinhoso, ao longo de todo o trabalho, permitiu atravessar as dificuldades. Seu bom humor nas horas obscuras foi um suporte imprescindível para prosseguir, aliás, a vida é mais fascinante com o seu amor.

A Deus, especialmente por minha saúde, durante a Pandemia Covid19, e por tantos amigos e amigas que me apoiaram durante o percurso do doutorado.

Essa humanidade que não reconhece que aquele rio que está em
coma é também o nosso avô, que a montanha explorada em algum
lugar da África ou da América do Sul e transformada em
mercadoria em algum outro lugar é também o avô, a avó, a mãe, o
irmão de alguma constelação de seres que querem continuar
compartilhando a vida nesta casa comum que chamamos Terra.

Ideias para adiar o fim do mundo. Ailton Krenak (2020, p. 47-48)

RESUMO

Os desastres são cada vez mais recorrentes em âmbito nacional e mundial. Vulnerabilidade é um conceito polissêmico, utilizado em diferentes áreas do conhecimento para compreender problemas específicos. Porém, circunscrita ao campo dos estudos sobre desastres, a vulnerabilidade é uma problemática específica cujos estudos têm sido impulsionados pela escalada desse fenômeno e seus efeitos danosos às pessoas, comunidades, sistemas e bens suscetíveis aos perigos. Esta tese investiga as causas do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), ocorrida em 2015. Tem por objetivo identificar os fatores e processos político-institucionais que agravaram as condições de vulnerabilidade no caso Samarco. Como estudo de caso, utiliza na referência metodológica a concepção de Robert Yin (2005), além de métodos e técnicas de abordagens qualitativas utilizados nas ciências sociais. A proposição teórica que refletiu o conjunto de questões da pesquisa fundamentou-se na concepção de vulnerabilidade político-institucional como dimensão do risco de desastre. A dimensão institucional da vulnerabilidade abrange tanto o contexto quanto o processo pelo qual as instituições são frágeis para garantir a observância de padrões de segurança, ou como elas ignoram o seu dever de assegurar o cumprimento das regulamentações para prevenir, mitigar e recuperar o impacto de um evento perigoso. Os achados desta tese evidenciam que o rompimento da barragem de Fundão teve consequências devastadoras. A vulnerabilidade político-institucional agravou as condições de risco, resultando em múltiplos impactos que persistem ao longo do tempo. A Samarco Mineração S.A. e suas controladoras, Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., expandiram a produção além do suportável, desrespeitando leis e padrões de segurança. No âmbito institucional, a pesquisa evidenciou omissões e falhas na regulamentação, bem como o descumprimento de regras estabelecidas pelos órgãos públicos de licenciamento e fiscalização, que autorizaram o funcionamento da barragem sem garantir a observância de padrões de segurança. A análise do contexto revelou os desafios na governança pública do risco de desastre e na regulação das externalidades negativas da mineração de ferro. Em síntese, a tese corrobora os aportes teóricos, contidos na literatura sobre desastres, de que a vulnerabilidade aos perigos de desastres é uma expressão relacional complexa e dinâmica, porque envolve múltiplos fatores interconectados. Isto é, a vulnerabilidade não é um conceito isolado. Ela está intrinsecamente ligada a outros elementos, como o ambiente, a infraestrutura, as comunidades e os sistemas sociais e políticos. É complexa, porque não pode ser reduzida a uma única causa ou variável, é dinâmica, porque evolui ao longo do tempo. Significa, portanto, que a vulnerabilidade aos perigos de desastres é um conceito multifacetado, o qual requer uma abordagem holística e adaptativa para minimizar os riscos e impactos negativos.

Palavras-chave: Risco de desastres, vulnerabilidade político-institucional, Barragem de Fundão, Samarco/Vale/BHP.

ABSTRACT

Disasters are increasingly recurring at national and global levels. Vulnerability is a polysemic concept used in different fields of knowledge to understand specific problems. However, within the field of disaster studies, vulnerability is a specific problem whose study has been driven by the escalation of this phenomenon and its damaging effects on people, communities, systems and assets susceptible to hazards. This thesis investigates the causes of the failure of the Fundão dam in Mariana (MG) in 2015. It aims to identify the political-institutional factors and processes that exacerbated the conditions of vulnerability in the Samarco case. As a case study, it uses Robert Yin's (2005) concept as a methodological reference, as well as qualitative methods and techniques used in the social sciences. The theoretical proposition that reflected the set of research questions was based on the concept of political-institutional vulnerability as a dimension of disaster risk. The institutional dimension of vulnerability encompasses both the context and the process by which institutions are weak in ensuring compliance with safety standards, or how they ignore their duty to ensure compliance with regulations to prevent, mitigate, and recover from the effects of a hazardous event. The findings of this thesis show that the Fundão dam collapse had devastating consequences. Political and institutional vulnerability exacerbated risk conditions, resulting in multiple impacts that persist over time. Samarco Mineração S.A. and its parent companies, Vale S.A. and BHP Billiton Brasil Ltda., expanded production beyond what was sustainable, disregarding laws and safety standards. At the institutional level, the research revealed omissions and shortcomings in regulations, as well as non-compliance with the rules established by public licensing and inspection bodies, which allowed the dam to operate without guaranteeing compliance with safety standards. The analysis of the context revealed challenges in the public governance of disaster risk and in the regulation of the negative externalities of iron ore mining. In summary, the thesis confirms the theoretical contributions in the disaster literature that vulnerability to disaster hazards is a complex and dynamic relational expression because it involves multiple interrelated factors. In other words, vulnerability is not an isolated concept. intrinsically connected to other elements such as the environment, infrastructure, communities, and social and political systems. It is complex because it cannot be reduced to a single cause or variable, and it is dynamic because it evolves over time. This means that disaster vulnerability is a multifaceted concept that requires a holistic and adaptive approach to minimize risks and adverse impacts.

Keywords: Disaster risk, political-institutional vulnerability, Fundão Dam, Samarco/Vale/BHP.

RÉSUMÉ

Les catastrophes sont de plus en plus récurrentes aux niveaux national et mondial. La vulnérabilité est un concept polysémique utilisé dans différents domaines de la connaissance pour comprendre des problèmes spécifiques. Cependant, limitée au domaine des études sur les catastrophes, la vulnérabilité est une question spécifique dont les études ont été motivées par l'escalade de ce phénomène et ses effets néfastes sur les personnes, les communautés, les systèmes et les biens susceptibles d'être menacés. Cette thèse étudie les causes de l'effondrement du barrage de Fundão, à Mariana (MG), survenu en 2015. Elle vise à identifier les facteurs et les processus politico-institutionnels qui ont aggravé les conditions de vulnérabilité dans le cas de Samarco. A titre d'étude de cas, elle utilise comme référence méthodologique la conception de Robert Yin (2005), et les méthodes et techniques d'approches qualitatives utilisées dans les sciences sociales. La proposition théorique qui reflète l'ensemble des questions de recherche était basée sur la conception de la vulnérabilité politico-institutionnelle comme une dimension du risque de catastrophe. La dimension institutionnelle de la vulnérabilité englobe à la fois le contexte et le processus par lequel les institutions ne parviennent pas à garantir le respect des normes de sécurité ou la manière dont elles ignorent leur devoir de garantir le respect des réglementations visant à prévenir, atténuer et se remettre de l'impact d'un événement dangereux. Les résultats de cette thèse montrent que l'effondrement du barrage de Fundão a eu des conséquences dévastatrices. La vulnérabilité politico-institutionnelle a aggravé les conditions de risque, entraînant de multiples impacts qui persistent dans le temps. Samarco Mineração SA et ses sociétés de contrôle, Vale SA et BHP Billiton Brasil Ltda., ont étendu leur production au-delà de ce qui était durable, au mépris des lois et des normes de sécurité. Au niveau institutionnel, la recherche a mis en évidence des omissions et des défaillances dans la réglementation, ainsi que le non-respect des règles établies par les organismes publics d'autorisation et d'inspection qui ont autorisé l'exploitation du barrage sans garantir le respect des normes de sécurité. L'analyse du contexte a révélé des défis en matière de gouvernance publique des risques de catastrophe et de réglementation des externalités négatives de l'exploitation minière du fer. En résumé, la thèse corrobore les contributions théoriques contenues dans la littérature sur les catastrophes selon lesquelles la vulnérabilité aux aléas de catastrophe est une expression relationnelle complexe et dynamique car elle implique de multiples facteurs interconnectés. Autrement dit, la vulnérabilité n'est pas un concept isolé. Elle est intrinsèquement liée à d'autres éléments, tels que l'environnement, les infrastructures, les communautés et les systèmes sociaux et politiques. Elle est complexe car elle ne peut être réduite à une seule cause ou variable, elle est dynamique car elle évolue dans le temps. Cela signifie donc que la vulnérabilité aux risques de catastrophe est un concept à multiples facettes qui nécessite une approche holistique et adaptative pour minimiser les risques et les impacts négatifs.

Mots clés: Risque de catastrophe, vulnérabilité politique et institutionnelle, Barrage de Fundão, Samarco/Vale/BHP.

LISTA DE SIGLAS

ACP	Ação Civil Pública
ANA	Agência Nacional de Água
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BHP	<i>Broken Hill Proprietary Mining Company</i>
CF-1988	Constituição Federal da República
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração Mineral
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COBRADE	Classificação Brasileira de Desastres
CODAR	Classificação dos Desastres
CTPNB	Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens
CBS	Comitê de Barragens da Samarco
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
CTPNB	Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
DCSo	Departamento de Ciências Sociais
DGP	Diretório dos Grupos de Pesquisa
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EDRA	Drenado de Rejeitos Arenosos
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EIRD	Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres
EM-DAT	Dados Internacionais de Desastres
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FHC	Fernando Henrique Cardoso
FMI	Fundo Monetário Internacional
FOB	<i>Free on Board</i>

GEPED	Grupo de Estudos e Pesquisas em Desastres
GGB	Gerência de Geotecnia de Barragens
GGGT	Gerência Geral de Geotecnia
<i>GRI</i>	<i>Global Reporting Initiative</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IED	Investimentos Externos Diretos
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ITRB	<i>Independent Tailing Review Board</i>
LI	Licenças de Instalação
LO	Licenças de Operação
LP	Licença Prévia
MARE	Ministro da Administração Federal e Reforma do Estado
MPF	Ministério Público Federal
MTPS	Ministério do Trabalho e Previdência Social
NEPED	Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PAE	Plano de Ação de Emergências
PDE	Pilha de Depósito de Estéril
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PDRAE	Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragem
PNM	Política Mineral Brasileira
RAL	Relatório Anual de Lavra
RPG	Rede de Produção Global
RT	Responsável Técnico
SEIRHMA	Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SINDPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SRF	Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
TTAC	Termo de Transação e Ajustamento e de Conduta
TCU	Tribunal de Contas da União

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Analítico.....	36
Figura 2 - As estratégias e seus elementos.....	79
Figura 3 - Empresas com maiores arrecadações de CFEM de 2019.....	83
Figura 4 - Localização da estrutura operacional da Samarco	117
Figura 5 - Estrutura de governança da Samarco (2012)	132
Figura 6 - Conselho de Administração da Samarco S/A	133
Figura 7 - Comitês de assessoramento (2012).....	134
Figura 8 - Estrutura organizacional da gestão de barragens da Samarco	135
Figura 9 - Estrutura organizacional da gestão de barragens da Samarco	135
Figura 10 - Estrutura organizacional da gerência geral de geotecnia da Samarco.....	138
Figura 11 - Relatório e monitoramento da gestão de risco da Samarco	141
Figura 12 - Controle dos requisitos de operação e segurança de barragens.....	143
Figura 13 - Memória de cálculo da probabilidade do risco de barragens da Samarco	144
Figura 14 - Memória de cálculo do risco de barragens da Samarco (justificativa)	145
Figura 15 - Memória de cálculo do risco de barragens da Samarco (concretização do risco).....	146
Figura 16 - Evolução dos custos da Gerência de Geotécnica da Samarco	148
Figura 17 - Alçamento de barragem a montante	169
Figura 18 - Relação de estruturas – Local da Samarco	179
Figura 19 - Inventário de Estruturas – Barragem de Fundão	179
Figura 20 - Incidente de <i>piping</i> ocorrido em abril de 2009.....	180
Figura 21 - Projeção do Dique 1A na planta geral da barragem de Fundão (EL. 920m)	188
Figura 22 - Planta do Tapete drenante sobre superfície de rejeitos (El. 826m)	189
Figura 23 - Posição do Tapete drenante (EL. 826 m).....	190
Figura 24 - Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2011).....	192
Figura 25 - Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2013).....	193
Figura 26 - Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2015).....	193
Figura 27 - Extrapolamento da lama para o reservatório de areia	195
Figura 28 - Canal extravasor: interligação dos reservatórios de lama e areia (2011)	195
Figura 29 - Localização dos Diques 1 e 2 e das Galerias principal e secundária	197
Figura 30 - Localização do lago na gruta da Vale S.A. (Maio/2013)	200
Figura 31 - Proposta de recuo da ombreira esquerda – Junho 2012	203
Figura 32 - Recuo do Eixo – Ortofoto da vista geral da barragem de Fundão em set/2013	204
Figura 33 - Sinais de pré-ruptura da barragem de Fundão (área - agosto/2014).....	207
Figura 34 - Sinais de pré-ruptura da barragem de Fundão (Agosto/2014).....	207
Figura 35 - Trincas no topo, paralelas à crista, dentro do reservatório – setembro/2014	208
Figura 36 - Taxa de alçamento da crista da barragem no recuo da ombreira esquerda	212

Figura 37 - Cotas de elevação dos alteamentos da barragem de Fundão (01/10/2015)	212
Figura 38 - Cotas de elevação dos alteamentos da barragem de Fundão (27/10/2015)	213
Figura 39 - Locais onde estavam as testemunhas oculares em 5/11/2015	219
Figura 40 - Sequência do início da ruptura da barragem em 5/11/2015	221
Figura 41 - Área da barragem de Fundão e reservatório (a) antes e (b) após ruptura	221
Figura 42 - Onda de rejeitos e pluma de sedimentos ao longo da Bacia do Rio Doce	227
Figura 43 - Estrutura analítica da Denúncia Criminal do MPF – Tipificação detalhada dos crimes Ambientais e impactos socioambientais	230
Figura 44 - Córrego Santarém após ruptura barragem	232
Figura 45 - Rio Gualaxo do Norte e Subdistrito Bento Rodrigues	233
Figura 46 - Subdistrito de Bento Rodrigues	233
Figura 47 - Recursos hídricos afetados – Rio Doce e afluentes.....	234
Figura 48 - Danos socioambientais – Flora – Foto satélite antes do rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues.....	235
Figura 49 - Danos socioambientais – Flora – Foto satélite após o rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues.....	235
Figura 50 - Estrutura analítica dos impactos formulado na Ação Civil Pública, destaque ao Danos Socioambientais – pedido de reparação	236
Figura 51 - Estrutura analítica da Denúncia Criminal do MPF – Tipificação dos crimes sociais e impactos socioeconômicos	240
Figura 52 - Estrutura analítica dos impactos formulado na Ação Civil Pública	243
Figura 53 - Danos socioeconômicos – Microrregião do impacto – Foto após o rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues	244
Figura 54 - Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens.....	276
Figura 55 - Sistema Operacional da SEMAD e SISEMA.....	283
Figura 56 - Área impactada pelo rompimento da barragem de Fundão	331
Figura 57 - Área de Influência direta da BRF definida pelo EIA-RIMA (2005)	331
Figura 58 - Área impactada pelo desastre da BRF ao longo da calha do Doce.....	332
Figura 59 - Organograma DNPM	356

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Fraquezas institucionais	64
Quadro 2- Expansão da capacidade produtiva da Samarco (1977 - 2015)	123
Quadro 3 – Registro de risco no processo de operação de barragens	142
Quadro 4 – Custos dos riscos controlados pela Samarco	147
Quadro 5 – Fases processuais da barragem de Fundão (2005-2015)	155
Quadro 6 – Critérios para definição do porte da barragem e do porte do reservatório	158
Quadro 7 – Avaliação Preliminar de Perigos - Operação da barragem (EIA-RIMA/2005)	160
Quadro 8 – Classificação de Risco da Barragem de Fundão	163
Quadro 9 – Volume e tempo de enchimento dos reservatórios	172
Quadro 10 - Anomalias e obras nas galerias principal e secundária (BRF)	198
Quadro 11 – Surgências e trincas na barragem de Fundão	209
Quadro 12 – Resumo das informações dos Relatório Anuais de Lavra (RAL)	210
Quadro 13 – Classificação Impactos e Danos causados pelo desastre SAMARCO	228
Quadro 14 – Quadro analítico de classificação das Subcategorias de Danos socioambientais	237
Quadro 15 - Quadro analítico de classificação das Categorias de Danos socioeconômicos.....	241
Quadro 16 - Classificação das Categorias de Danos Humanos.....	248
Quadro 17 – Legislação relativa à Segurança de Barragens de Mineração	256
Quadro 18 – Critérios gerais de classificação de barragens de rejeitos de mineração quanto à Categoria de Risco (CRI)	261
Quadro 19 – Composição de cada critério de classificação de Risco	262
Quadro 20 – Classificação do Risco	263
Quadro 21 – Matriz de classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) (Resíduos e Rejeitos)	264
Quadro 22 – Classificação do Dano Potencial Associado	265
Quadro 23 - Riscos e de Dano Potencial Associado de Barragens no Brasil: Dados atualizados em 28/02/2024.....	269
Quadro 24 - Competência dos entes federativos em licenciamento ambiental à luz da Lei Complementar nº 140 de 2011	274
Quadro 25 - Distribuição das atribuições governamentais em relação à proteção ambiental e planejamento da mineração	281
Quadro 26 – Finalidades e Competências do DNPM (Lei Federal nº 8.876/1994)	289
Quadro 27 - Vulnerabilidade político-institucional: evidências que afetaram a sociedade atingida pelo rompimento da barragem de Fundão (BRF)	335
Quadro 28 - Vulnerabilidade político-institucional: evidências presentes no DNPM / SISEMA	353

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de rejeito de lama depositado no Dique 1 e Dique 2	206
Tabela 2 - Prejuízos à economia regional, na agricultura, pecuária, indústria e serviços suportados pelos municípios imediatamente afetados	245
Tabela 3 - Prejuízos à economia aos atingidos pela barragem - Mariana/MG	245
Tabela 4 - Prejuízos à economia aos atingidos pela barragem – Barra Longa/MG	246

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produção Mineral Brasileira em bilhões de dólares (1994-2014)	85
Gráfico 2 – Produção Mineral Brasileira, dados trimestrais comparados	87
Gráfico 3 - Produção Histórica Nacional e Mundial de Minério de Ferro	88
Gráfico 4 – Comércio exterior: exportação brasileira (2014-2020)	91
Gráfico 5 - Registros de Acidentes e Incidentes em Barragens de Mineração Brasileiras	124
Gráfico 6 - Evolução anual da produção da Samarco (1977-1999) em milhões de toneladas (M/t) ...	124
Gráfico 7 – Evolução anual da produção da Samarco (2000 – 2015) em milhões de toneladas (M/t)	126
Gráfico 8 – Desempenho dos negócios da Samarco (2010-2014) – produção	192
Gráfico 9 - Distribuição da lama na ombreira esquerda	270
Gráfico 10 – Evolução do número de barragens em Nível de Emergência Período (01/02/2022 a 01/02/24)	270

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 ESPECIFICIDADES DO OBJETO DE ESTUDO.....	23
1.2 ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	31
1.2.1 Definição da estratégia metodológica.....	33
1.2.2 Caso Samarco: um estudo de caso único	38
1.2.3 Coleta e sistematização dos dados	42
1.2.4 Análise dos dados.....	45

CAPÍTULO II

2 ESTADO, GLOBALIZAÇÃO E RISCO DE DESASTRES NA MINERAÇÃO	47
2.1 ESTADO BRASILEIRO: DESAFIOS E TRAJETÓRIAS	49
2.1.1 Reformas políticas e institucionais recentes.....	54
2.1.2 Fraqueza institucional e capacidade estatal: referências teóricas	58
2.2 GLOBALIZAÇÃO E VULNERABILIDADE EXTERNA DOS PAÍSES.....	69
2.2.1 Globalização e redes globais de produção.....	74
2.2.2 Globalização e riscos de desastres da mineração	81
2.2.3 Magnitude da exploração de minério de ferro nas regiões produtoras	85
2.3 DESAFIOS DO RISCO DE DESASTRES TECNOLÓGICOS	92
2.3.1 Desastres e risco de desastres.....	97
2.3.2 Estratégias para prevenção do risco de desastres entre 2000-2015	100
2.3.3 Desafios político-institucionais da normativa brasileira sobre desastres.....	103

CAPÍTULO III

3 O CASO SAMARCO.....	110
3.1 ESTRATÉGIA DE EXPANSÃO ACELERADA DA PRODUÇÃO	115
3.1.1 Origem da firma, composição acionária e estrutura operacional	115
3.1.2 Expansão acelerada da produção	121
3.1.3 Estrutura organizacional e gestão de risco da Samarco	129

3.2 NATUREZA DOS RISCOS, FATOS E CIRCUNSTÂNCIAS.....	149
3.2.1 Escolha do local para instalar a barragem de Fundão.....	153
3.2.2 Classificação de risco de barragens	156
3.2.3 Licenciamento ambiental de barragens	164
3.2.4 Método de construção da barragem de Fundão.....	168
3.2.5 Construção da barragem: falhas e soluções adotadas	177
3.2.6 Ações para manter o funcionamento da barragem	185
3.2.7 Problemas do monitoramento dos riscos da barragem (2008-2015).....	214
3.2.8 O colapso da barragem de Fundão: 05 de novembro de 2015.....	219
3.3 MAGNITUDE DOS DANOS CAUSADOS	224
3.3.1 Aspectos gerais dos danos.....	225
3.3.2 Natureza ambiental - Dano ambiental e impactos socioambientais	229
3.3.3 Natureza econômica – Dano social, impactos socioeconômicos e humanos	239

CAPÍTULO IV

4 INSTITUIÇÕES E INSTRUMENTOS DA POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO	251
4.1 POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS DE MINERAÇÃO NO BRASIL	255
4.2 IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGEM	265
4.3 ÓRGÃOS FISCALIZADORES DE SEGURANÇA DE BARRAGEM DE MINERAÇÃO.....	277
4.4 INTERFACES ENTRE A POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E A POLÍTICA MINERAL BRASILEIRA	284
4.5 INTERFACES DA POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS COM A POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE	292
4.6 GOVERNANÇA DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL-INSTITUCIONAL DO DNPM E DO SISEMA: UM DESAFIO A ENFRENTAR	295

CAPÍTULO V

5 VULNERABILIDADE POLÍTICO-INSTITUCIONAL: CASO SAMARCO.....	303
5.1 COMPREENDENDO A VULNERABILIDADE AO RISCO DE DESASTRE.....	305
5.1.1 Debate teórico conceitual.....	308
5.1.2 Definição e componentes do risco de desastres	313
5.2 VULNERABILIDADE DA SOCIEDADE: DETERMINANTES POLÍTICO-INSTITUCIONAIS.....	325
5.3 VULNERABILIDADES E FRAQUEZAS INSTITUCIONAIS: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL-INSTITUCIONAL PARA LICENCIAR E FISCALIZAR BARRAGENS DE MINERAÇÃO	349
5.3.1 DNPM e SISEMA: evidências da vulnerabilidade político-institucional ..	352
5.3.2 DNPM: fiscalização de barragens de rejeitos de mineração	355
5.3.3 DNPM: capacidade para implementar a política de segurança de barragens de mineração	371
5.3.4 SISEMA/SEMAD: Ações de controle ambiental das atividades de mineração	376
5.3.5 SISEMA/SEMAD: capacidade para implementar a política ambiental com vista à segurança de barragens de mineração em Minas Gerais	384
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 388
REFERÊNCIAS.....	399
APÊNDICES	432

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O rompimento da barragem de Fundão, em 2015, pela sua magnitude e gravidade dos danos e prejuízos, colocou no debate público e acadêmico diversas questões de ordem técnica, econômica, social, institucional e política, tanto no âmbito interno à sociedade brasileira quanto no âmbito internacional. Entre as múltiplas questões levantadas, uma delas chamou atenção como problema, no campo das ciências sociais, para ser investigado em maior profundidade. Trata-se da questão relativa à segurança do sistema de operação e de manutenção da barragem de Fundão, por um lado, e do sistema de licenciamento e fiscalização das barragens de rejeitos de mineração, por outro. A mineração, como atividade econômica regulada pelo Estado brasileiro, possui um conjunto de normas e de instituições que foram criadas desde a década de 1940. No entanto, o controle da segurança de barragem pelas instituições públicas não conseguiu evitar que o risco grave dessa atividade viesse a se consumar num desastre de proporções imensuráveis. Tal questionamento ancora-se nos fatos que vieram à tona com as investigações realizadas após o colapso da barragem da Samarco pelas diversas instituições, dentre elas, o Ministério Público Federal. As investigações realizadas demonstraram que o desastre foi decorrente do descumprimento ou cumprimento deficiente das leis e das normas técnicas vigentes à época.

No âmbito da normalidade dos procedimentos, os indícios de riscos graves deveriam estar sendo monitorados, os alertas deveriam ter sido emitidos e, portanto, as providências para evitar a tragédia deveriam ter sido tomadas. No entanto, não foi o que ocorreu. Embora a barragem fosse um empreendimento arriscado, as empresas proprietárias, Samarco Mineração S.A. e suas controladoras Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., decidiram expandir aceleradamente a produção minerária, ampliando o volume de rejeitos em proporção correspondente ao minério de ferro produzido e depositados naquela barragem também de forma acelerada, descumprindo, assim, padrões técnicos, agravando os riscos existentes e causando um encadeamento de problemas até o colapso. Apesar dos graves problemas estruturais da barragem, o seu funcionamento estava autorizado pelos órgãos públicos de controle.

Ao cogitar que a má gestão da barragem poderia ter tido a aquiescência dos órgãos de controle, surgiram dúvidas e reflexões sobre quais seriam as competências, atribuições e atuação dos órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da barragem de Fundão. O poder institucional do Estado, como “ordenamento do sistema político, estabelecido pelo sistema jurídico, e pela estrutura institucional do sistema político-administrativo” (Frey, 2022, p. 216), tem a competência de definir democraticamente as regras de uso e exploração dos recursos naturais e garantir que tais atividades se façam segundo essas mesmas regras (CF-1988, artigo 20, inciso IX e Artigo 22, inciso XII). Para tanto, o sistema político e a estrutura institucional, consideradas as competências de cada ente federativo na governança do sistema, têm atribuições específicas estabelecidas por arranjos institucionais, criados pelo Código de Mineração, em 1967, Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), em 1981 e Política Nacional de Segurança de Barragem (PNSB), em 2010.

Os problemas decorrentes da governança pública do risco de desastre têm origem no espaço em que se sobrepõem a decisão política e a ação pública, considerando a complexidade do federalismo brasileiro e os arranjos de implementação de política pública. O foco analítico está nos marcos normativos e jurídicos e nas instituições e mecanismos responsáveis pelo controle da segurança da barragem, no período antecedente ao desastre, 2000-2015. Desse ângulo, o propósito é compreender as dimensões e a forma de expressão da vulnerabilidade político-institucional manifesta como fator de risco de desastre, a partir do caso Samarco, considerado emblemático por ter sido um desastre com magnitude e abrangência jamais vistas no Brasil.

1.1 ESPECIFICIDADES DO OBJETO DE ESTUDO

A mineração é um setor estratégico para a sociedade industrial contemporânea. O processo de produção mineral, desde a última década do século findo, veio se organizando por meio de complexas redes de produção globais, com crescentes níveis de integração e interdependência no âmbito da dinâmica capitalista das economias e dos mercados globalizados.

Em grandes linhas, o panorama das tendências do mercado global e dos processos de globalização veio se desenhando desde as últimas décadas do século 20. Trata-se de um período caracterizado por transformações significativas no consenso hegemônico que havia pautado as relações econômicas e institucionais, de corte keynesiano, até meados dos anos setenta, para estabelecimento de um novo consenso pautado pelo neoliberalismo. As reformas estruturais, visando reduzir o tamanho do Estado¹, sob o argumento da crise fiscal, da necessidade de redução das despesas sociais do Estado, venda das estatais, via privatizações, desregulamentação, liberalização do comércio, das taxas de câmbio e das relações trabalhistas, caracterizaram as políticas econômicas da maioria dos países da América Latina e de grande parte das economias capitalistas do mundo ocidental. Complementou esse cenário a queda do Muro de Berlim (1989) e o fim da União Soviética (1991) em fins dos anos oitenta e início dos noventa.

Desde então, as novas tecnologias da informação e comunicação revolucionaram as relações de tempo e espaço, impulsionando a globalização e a financeirização da economia e dos mercados. Os grandes conglomerados nacionais deram lugar às redes corporativas transnacionais, configurando complexas redes de produção e comercialização nos mais diversos setores econômicos. A partir do final do século 20, os processos de reestruturação produtiva, em curso, propiciaram o surgimento de um novo padrão de acumulação e de organização das relações no mundo do trabalho e nos setores produtivos, bem como no âmbito macropolítico.

Decorre desse processo de transformação das relações econômicas e tecnológicas efeitos importantes na ordem geoeconômica mundial. Nesse sentido, Costa Pinto e Gonçalves (2015, p. 450) sublinham que “[...] no conjunto das transformações, a mais evidente é, de um lado, a manutenção de níveis elevados de poder econômico dos Estados Unidos, [...] e, de outro, a ascensão da China como poder econômico”. Além disso, os autores constataram a ocorrência de mudanças nas

¹ As reformas para reduzir o tamanho do Estado ganharam força no mundo ocidental, sobretudo a partir do Consenso de Washington que preconizou um conjunto de medidas para resolver as crises do sistema capitalista naquela quadra da história. Caracterizou-se por um conjunto de medidas econômicas pactuadas, em 1989, pelas instituições multilaterais de crédito — Fundo Monetário Internacional, Banco Mundial, e Banco Interamericano de Desenvolvimento — líderes de governo da América Latina e grande parte da elite de economistas do *International Institute for Economy*, que se reuniram na capital dos EUA para discutir sobre a questão da dívida externa dos países da América Latina (Bresser-Pereira, 1991; Sola e Paulani, 1995), entre outros.

posições relativas ao sistema econômico internacional nas esferas comercial, produtiva, tecnológica, monetária e financeira, tanto no mundo desenvolvido quanto no mundo em desenvolvimento. Configura-se com essas mudanças uma nova divisão internacional da produção e do trabalho, sendo um dos aspectos mais relevantes demonstrados pelos autores é que [...] essas transformações globais têm também agravado a situação de vulnerabilidade externa estrutural de países que não têm sido capazes de se proteger (por meio de estratégias nacionais) dos problemas causados pelo processo da globalização (Costa Pinto e Gonçalves, 2015, p. 450, grifos nossos).

Os efeitos das transformações resultantes dos processos de globalização serão retomados com maior profundidade adiante. Por ora, a intenção é situar a especificidade do objeto de estudo.

Nesse contexto, marcado por grandes mudanças econômicas, políticas e institucionais, configurou um cenário, no Brasil, em que fatores estruturais socioeconômicos e político-institucionais, associados à conjuntura de expansão e retração do mercado internacional das *commodities*, confluíram para exacerbar as condições de risco de desastres na mineração. Os dois maiores desastres de barragens de rejeitos de mineração que o mundo já conheceu, a partir da segunda década do século 21, inscrevem-se na dinâmica desses processos associados. Em um intervalo muito curto de tempo, Minas Gerais foi palco desses acontecimentos trágicos: o rompimento da barragem de Fundão, localizada no município de Mariana, em 05/11/2015, e o rompimento da barragem do Córrego do Feijão, no município de Brumadinho, em 25/01/2019, ocorridos num intervalo de apenas três anos entre eles.

Para fins desta tese, o estudo de caso foi sobre o rompimento da barragem de Fundão, de propriedade da Samarco Mineração S.A. e suas controladoras Vale S.A. e BHP Billiton Ltda. É um caso emblemático por ter sido o maior desastre ambiental brasileiro e o maior da história da mineração em volume de lama mobilizado e distância por ela percorrida². Ademais, apesar dos graves problemas estruturais da barragem de Fundão, o seu funcionamento estava autorizado pelos órgãos públicos de licenciamento e fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração.

² Sobre a magnitude desse desastre, “de acordo com a *Bowker Associates Science & Research in the Public Interest*, o desastre da Samarco/Vale/BHP é, também, o maior do mundo (não em mortes, felizmente) em termos de volume de lama mobilizado e distância por ela percorrida” (Freitas *et al.*, 2016, p. 1).

Entendeu-se que as peculiaridades do fato continham nuances e aspectos relevantes que iluminariam o problema proposto para investigação, relativo à trama das relações complexas entre o poder público e o poder corporativo das mineradoras, considerando o contexto das transformações decorrentes da globalização. Dito de outra forma, como os aspectos político-institucionais contribuíram para conformar a situação multicausal que resultou no desastre?

Como informado anteriormente, após o colapso da barragem de Fundão, foram realizadas investigações sobre o desastre e também auditorias nos órgãos públicos licenciadores e fiscalizadores pelos órgãos de controle externo³. Nesse sentido, o Tribunal de Contas da União (TCU) fez auditoria operacional no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)⁴ para avaliar a forma como o DNPM fiscalizava a segurança das barragens de rejeitos de mineração. O Relatório conclusivo da auditoria destacou que a fiscalização não atendeu aos objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragem, nos seguintes termos:

A equipe concluiu que, diante das falhas identificadas no processo de fiscalização e a análise do caso concreto, a atuação do DNPM foi falha e omissa, em razão de ela não ter sido capaz de garantir o controle acerca da implantação, pelo empreendedor, dos padrões de segurança estabelecidos na PNSB, em especial ao Plano de Ação de Emergência (PAE), de forma a mitigar danos em situações de acidente (TCU, 2016, p. 1).

O Senado Federal, diante da magnitude e multiplicidade de impactos causados, criou uma Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens (CTPNSB) para avaliar a efetividade da Política Nacional de Segurança de Barragens e dos instrumentos e instituições estatais responsáveis por fiscalizar a segurança das barragens brasileiras⁵. A análise feita pela CTPNSB, constante do Relatório Final nº 9, de 2016, destacou que “[...] no período de outubro/2014 a setembro/2015, a barragem de Fundão foi avaliada pelos órgãos de monitoramento e fiscalização, como

³ Conforme Scliar (2009, p. 252), “no sistema brasileiro atual, o controle externo é atribuição do Poder Legislativo, a quem incumbe, em primeiro plano, o julgamento político das prestações de contas do Chefe do Poder Executivo (isso ocorre em todas as esferas federativas, simetricamente). O julgamento é precedido pela emissão, independente, de um parecer prévio do Tribunal de Contas e ele é peça político-institucional e jurídica indispensável para o exercício dessa competência a cargo das Casas Legislativas”. A função abrange a fiscalização da administração pública direta e indireta.

⁴ Os autos da auditoria realizada pelo TCU no DNPM encontram-se no “Relatório de Auditoria” e no “Acórdão 2440/2016”, disponíveis no site do Tribunal, e detalham a avaliação feita sobre a atuação do órgão responsável pelo controle da segurança das barragens e os aspectos relativos à sua competência em relação ao rompimento da Barragem de Fundão, em Minas Gerais.

⁵ A Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens (CTPNSB) criada, em 17/11/2015, pelo Senado Federal avaliou e propôs soluções para a PNSB e para o SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (Senado Federal, 2016, p. 03).

tendo risco baixo e dano potencial associado alto, por isso, foi classificada como tendo risco “C” (Brasil, 2016, p. 76). Portanto, a barragem foi avaliada pelos órgãos fiscalizadores poucos meses antes do desastre e considerada em condições de funcionamento, embora apresentasse graves problemas estruturais.

As investigações revelaram as disparidades entre a situação de fato da barragem e a avaliação do órgão fiscalizador de barragem de mineração. Ademais, os órgãos de controle externo constataram a fragilidade legislativa do marco regulatório da segurança de barragens, como também a baixa capacidade institucional dos órgãos de licenciamento e fiscalização de barragens.

As conclusões das investigações e auditorias realizadas motivaram reflexões e indagações, entre elas, dois questionamentos chamaram atenção para exame: a) por que os responsáveis pelo empreendimento minerário violaram as leis e normas técnicas relativas à segurança da barragem? b) por que o sistema público de controle de segurança de barragens de mineração, no caso da barragem de Fundão falharam, se já havia graves indícios de colapso?

Tais indagações remetem à seara das relações políticas e institucionais que se efetuem no âmbito das relações entre Estado e Mercado, em especial, aquelas que se verificam no campo dos setores considerados estratégicos para a economia brasileira. Entre esses estão aqueles responsáveis pela produção de ferro que historicamente contribuíram para o relativo equilíbrio da balança comercial. Desse modo, possibilitou o desenvolvimento do capitalismo industrial dependente que caracteriza a economia brasileira, tendo em vista que, desde meados do século 20, a produção de ferro vem cumprindo importante papel na tarefa de dar suporte ao desenvolvimento capitalista brasileiro⁶.

Buscou-se, portanto, na confluência entre os interesses das empresas mineradoras, detentoras de poder econômico, e na atuação dos órgãos de licenciamento ambiental e de fiscalização de barragens de mineração, visando à proteção do interesse público, indagar sobre como foi tratada a questão do risco de desastre da barragem de Fundão. Para tanto, a identificação dos fatores e processos

⁶ Sobre o papel das estatais e da mineração no desenvolvimento do capitalismo brasileiro ver, entre outros: Zorzal (2004); Alveal Contreras (1994); Suzigan (1978; 1987; 1996); Abreu *et al.*, (1992).

político-institucionais determinantes das condições de vulnerabilidade, como dimensão do risco de desastres, constituiu-se no eixo central da pesquisa.

O problema investigado, brevemente descrito, contém desafios inscritos nas questões enunciadas pela abrangência que as circunscreve. Para torná-las factíveis, do ponto de vista operacional, foi preciso delimitar o foco que permitiu decifrar as relações político-institucionais que se cruzaram nas arenas decisórias dos órgãos reguladores e fiscalizadores das atividades minerárias, que operam em escala nacional, no âmbito do Estado-Nação e suas relações com as empresas mineradoras que compõem a Rede Global de Produção Mineral (RGPM). Desse ângulo, as duas questões enunciadas anteriormente, foram delimitadas nos seguintes termos: (1) em termos legais e institucionais, no período de 2000 a 2015, como estavam definidas as competências/atribuições das instituições responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração, em geral, e como essas instituições atuaram no caso particular da barragem de Fundão? (2) como se efetuava o processo de governança pública do risco de desastres de barragens, tendo em vista o caráter multinível do sistema federativo brasileiro, que implica a difusão da autoridade entre os entes federados — nacional e subnacionais — que estruturam o papel político-institucional de cada uma das instituições responsáveis?

Em suma, trata-se de uma problemática inscrita no âmbito das relações que se constituíram, historicamente, nas relações entre Estado e Mercado, notadamente naquelas entre Estado e corporações mineradoras, considerando o papel que a produção das *commodities*, derivadas do minério de ferro, têm na trajetória do desenvolvimento capitalista brasileiro, sobretudo a partir dos anos de 1950⁷.

Do entrelaçamento e dinâmica das relações constituídas ao longo do tempo entre poder público e mineradoras, como também da mudança do papel do Estado, alterando os marcos da política regulatória brasileira, emergiu a indagação principal investigada: de que maneira, ou modo, a configuração político-institucional das relações constituídas entre as referidas corporações mineradoras e as instituições públicas mencionadas contribuíram para o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-MG, ocorrido em 2015?

⁷ Sobre o papel da mineração para o desenvolvimento capitalista brasileiro, ver entre outros: Alveal Contreras (1994); Zorzal (2004).

Tal configuração abrange uma parte da Rede Global de Produção Mineral (RGPM), constituída pela Samarco Mineração S.A., Vale S.A. e BHP Billiton Ltda., em suas relações com os órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento ambiental e pela fiscalização de barragens de rejeitos de mineração, no período de 2000 a 2015, que antecedeu ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG). Nesse processo, foi composto um arranjo institucional entendido como um “conjunto de regras, mecanismos e processos que definem a forma particular como se coordenam atores e interesses na implementação de uma política pública específica” (Gomide; Pires, 2014, p. 19). No caso, a Política Nacional de Segurança de Barragens⁸ e suas interfaces com a política mineral e a política ambiental, responsável pelo licenciamento ambiental e autorização do empreendimento, diante da estratégia de expansão da mineração de ferro pelas referidas empresas.

Entretanto, vale lembrar que, até recentemente, a legislação para segurança de barragens brasileiras era incipiente. Portanto, a compreensão da configuração político-institucional do caso da barragem de Fundão abrange a caracterização das formas adotadas pelo poder público para regulamentar, regular, licenciar e fiscalizar o funcionamento da barragem de Fundão, levando em conta o contexto dos processos de globalização e de redução do papel do Estado no controle das atividades econômicas. O propósito principal consistiu em identificar os fatores ou processos político-institucionais intervenientes na situação multicausal que resultou no colapso da barragem de Fundão, de propriedade da Samarco e suas controladoras. O foco analítico concentrou nos marcos normativos e jurídicos, como também nas instituições e instrumentos responsáveis pelo controle da segurança de barragens de rejeitos do minério de ferro, no período de 2000-2015.

Em síntese, a unidade de análise abrange, principalmente, os órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização de barragens de rejeitos de mineração. No nível federal, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) que, à época, possuía a competência originária na forma da Lei Federal nº 12.334, de 20/09/2010. E, no nível estadual, os órgãos ambientais integrantes do Sistema

⁸ Vale destacar que antes do estabelecimento da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei Federal nº 12.334/2010) já existia a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981) e normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA 237/1997 que definiu padrões e instrumentos para o licenciamento de atividades de extração e tratamento de minerais e outros empreendimentos potencialmente poluidores.

Estadual do Meio Ambiente (SISEMA), coordenados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), de Minas Gerais.

Com vista a compreender o *modus operandi* das instituições na aplicação dos termos normativos, foi considerada falta de governança pública do risco de desastres, cujas origens estão no contexto interativo complexo da decisão política e da ação pública. Entende-se que o conjunto dos aspectos político-institucionais, específicos e gerais, foram determinantes das condições de vulnerabilidade, como fatores do risco de desastre, no caso da barragem de Fundão.

Considerando a problemática delineada, o objetivo geral desta tese consistiu na investigação e análise das causas do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG. Para tanto, buscou-se identificar, no período pré-desastre (2000-2015), os fatores e processos determinantes das condições de vulnerabilidade político-institucional que compôs a situação multicausal que agravou o risco, resultando no desastre da barragem de Fundão da Samarco e controladoras Vale S.A. e BHP do Brasil Ltda. Em termos específicos, objetivou-se: (a) sistematizar os principais elementos do contexto político-institucional do referido desastre, visando compreender a correlação entre vulnerabilidade político-institucional e desastre tecnológico decorrente da lógica capitalista contemporânea; (b) identificar os fatores e processos político-institucionais específicos e gerais, determinantes ou agravantes, do referido desastre, visando compreender as responsabilidades das empresas e o papel dos órgãos públicos no controle da segurança da barragem de Fundão; (c) analisar o *modus operandi* da governança pública, no que tange ao risco de desastre, buscando compreender a capacidade regulatória estatal relativas às externalidades negativas da mineração de ferro no contexto da globalização econômica e das Redes Globais de Produção; d) sistematizar e analisar as evidências que demonstrem as dimensões e a forma de expressão da vulnerabilidade político-institucional como fator de risco de desastre tecnológico.

Tendo em vista que o eixo central da investigação girou em torno do tema da vulnerabilidade, que se traduz por ser uma expressão relacional complexa e dinâmica por envolver múltiplos fatores interconectados que mudam ao longo do tempo, a opção foi tratar desse tema em profundidade no Capítulo V, que versa sobre vulnerabilidade político-institucional como componente do risco de desastre.

1.2 ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A estratégia metodológica da pesquisa teve por referência a concepção de Robert Yin (2005), com o apoio de métodos e técnicas de abordagens qualitativas utilizados nos estudos de ciências sociais. O eixo central da investigação consistiu em identificar e analisar os fatores e processos determinantes das condições de vulnerabilidade político-institucional a partir do caso Samarco. A vulnerabilidade contempla as características e circunstâncias que tornam um indivíduo, comunidade, sistema, bens ou ativos suscetíveis aos efeitos de um perigo. O aumento da suscetibilidade ao perigo deriva de uma série de fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais, políticos e psicológicos que moldam a vida das pessoas e o ambiente em que vivem (UNDRR, 2020).

O desastre da Samarco impactou um vasto território, provocando danos ao meio ambiente e atingindo milhares de pessoas por tempo indeterminado. Essa é a evidência incontestável da vulnerabilidade da sociedade. A abrangência microrregional e/ou macrorregional dos danos socioambientais e socioeconômicos explicitou o caráter multifacetado da vulnerabilidade como dimensão do risco de desastres. Tendo em vista a abrangência da área impactada e a complexidade das questões envolvidas, o foco da análise restringiu-se aos aspectos político-institucionais que agravaram os riscos da barragem considerando o risco estrutural e o dano potencial.

De acordo com as investigações realizadas após o desastre, o rompimento da barragem de Fundão resultou do agravamento dos riscos que deveriam ter sido prevenidos para evitar os danos potenciais. Conforme a Lei Federal nº 12.334/2010, art.4º, Inciso III, “o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la”. No entanto, embora a barragem fosse um empreendimento arriscado, o empreendedor descumpriu leis, normas e padrões de segurança de barragens, agravou os riscos existentes e causou um encadeamento de problemas que resultou nesse desastre devastador.

Apesar dos riscos da barragem, o funcionamento estava autorizado pelos órgãos públicos de licenciamento e fiscalização. As auditorias dos órgãos de controle externo constataram a fragilidade legislativa do marco regulatório de segurança de

barragens, como também a baixa capacidade institucional dos órgãos de licenciamento e fiscalização de barragens de rejeitos de mineração.

O conceito de vulnerabilidade político-institucional refere-se às formas como a fragilidade institucional contribuiu para aumentar as condições de vulnerabilidade da sociedade aos perigos da barragem de Fundão. A proposição inspira-se em outros casos estudados em que se verificou como as instituições frágeis podem tornar a sociedade mais vulnerável aos riscos de desastres.

A literatura pertinente tem analisado a relação entre fragilidade institucional e vulnerabilidade ao risco de desastres. A vulnerabilidade institucional refere-se às diferentes formas de influência das instituições na vulnerabilidade aos desastres (Papathoma-Köhle, *et al.* 2021; apoiados em Hodgson, 2007; Fuchs, 2009; Tompkins *et al.*, 2012; Garschagen, 2013). A vulnerabilidade institucional é considerada um atributo abrangente que reflete o alcance das instituições na redução da capacidade de um sistema exposto aos impactos potenciais de um processo perigoso, incluindo as estruturas legais, regulamentos, constituições e estruturas administrativas. A dimensão institucional da vulnerabilidade abrange tanto o contexto quanto o processo pelo qual as instituições são frágeis para garantir a observância de padrões de segurança, ou como elas ignoram o seu dever de assegurar o cumprimento das regulamentações para prevenir, mitigar e recuperar o impacto de um evento perigoso.

Desde a elaboração do projeto desta pesquisa verificou-se que a trama causal do desastre ocorreu numa conjuntura, marcada por grandes mudanças econômicas, políticas e institucionais, configurando um cenário, no Brasil, em que a redução do papel do Estado na economia associada à conjuntura de expansão e retração do mercado internacional das *commodities* confluíram para exacerbar as condições de risco de desastres na mineração. Por isso, o interesse em compreender como a nova configuração fragilizou a ação do poder institucional, responsável por definir os padrões de segurança de barragens e por licenciar e fiscalizar os riscos de um perigo com a magnitude da barragem de Fundão.

A análise preliminar do contexto do desastre embasou o objetivo de compreender o *modus operandi* da governança pública no que tange ao risco de desastre, considerando a capacidade regulatória estatal das externalidades negativas da mineração de ferro, especificamente a segurança de barragens de rejeitos de

mineração. Isso porque as transformações, decorrentes da globalização econômica e da emergência das redes globais de produção, aumentaram a escala de produção mineral, tornando ainda mais complexo e desafiador o controle do risco de desastres na mineração devido ao aumento do porte das estruturas geotécnicas que são portadoras de riscos, sejam elas, barragens, diques, pilhas para a disposição de rejeito e estéril, dentre outras.

Os desastres são cada vez mais recorrentes em âmbito nacional e mundial. No Brasil, os desastres são mais frequentes e a prevenção aos riscos ainda é um longo caminho a percorrer. Apesar da gravidade do problema, os estudos sobre a vulnerabilidade aos desastres são relativamente recentes e ainda é pouco explorada a problemática da relação entre instituições frágeis e agravamento do risco de desastres, especificamente a vulnerabilidade aos perigos das barragens como estruturas cada vez maiores e mais arriscadas.

1.2.1 A escolha da estratégia metodológica

O estudo de caso é recomendado por vários cientistas sociais para pesquisar acontecimentos contemporâneos, entre eles, Robert Yin (2005), referencial utilizado nesta pesquisa. A aplicação do estudo de caso à pesquisa científica pressupõe uma estratégia metodológica que começa pela lógica do planejamento e deve se adequar às circunstâncias e aos problemas investigados. Nos termos do autor, essa estratégia é preferencial “[...] quando se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por quê’, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real” (Yin, 2005, p. 19).

A escolha da estratégia de estudo de caso justificou-se pela complexidade do desastre da Samarco e por avaliar que o caso atenderia ao propósito de capturar as circunstâncias e as condições determinantes ou agravantes da vulnerabilidade político-institucional como dimensão do risco de desastre. Em termos metodológicos, tais critérios atendem aos requisitos propostos por Robert Yin (2005, p. 63), sobretudo

o fundamento lógico para o estudo de um caso representativo que tem por objetivo “capturar as circunstâncias e as condições de uma situação lugar-comum”. Desse modo, a lógica metodológica une os fatos, dados e informações à proposição inicial da pesquisa.

O autor adverte que, ao considerar o caso inserido em seu contexto, a investigação se torna abrangente e encontra “mais variáveis de interesse do que pontos de dados” (Yin, p. 33). Os resultados obtidos nas várias fontes de evidências precisam convergir na triangulação com as proposições teóricas elaboradas previamente para a coleta e análise de dados. O cuidado necessário é assegurar que as evidências remetam às questões iniciais da pesquisa. Assim, a estratégia metodológica perpassa todas as fases da pesquisa, desde a lógica do planejamento, as técnicas de coleta de dados e as abordagens para a análise das evidências no modelo teórico-analítico previamente estruturado (Figura 1).

O estudo de caso contempla dois tipos principais, estudo de caso único e de casos múltiplos. Embora a tipologia seja simples, a definição da unidade de análise é uma etapa fundamental. Para Robert Yin (2005, p. 61), os dois tipos de estudo de caso podem ter unidades de análise unitárias ou múltiplas. O caso múltiplo contém projetos diferentes e o caso único pode ter subunidades de análises. O autor estabeleceu dois tipos de projetos, os holísticos (única unidade de análise) e os incorporados (unidades múltiplas de análise). Os dois tipos de estudo de caso podem resultar em quatro tipos diferentes de projetos: caso único holístico ou incorporado e casos múltiplos holísticos ou incorporados. O autor ressaltou ainda a importância de observar como as unidades de análise estão inseridas nas condições contextuais do estudo de caso.

Esta tese resultou de um estudo de caso único incorporado. Foi utilizado o referencial metodológico próprio da ciência política, centrado na contribuição de Robert Yin (2005) e de outros autores especializados em metodologia da pesquisa em ciências sociais, tais como, Quivy e Campenhoudt (1995), Cellard (2008), Cervi (2018). A coleta e análise dos dados foram feitas a partir de abordagens principalmente qualitativas, pesquisa documental e pesquisa bibliográfica, cujos instrumentos foram previamente elaborados, considerando os procedimentos pertinentes, por exemplo, caracterização de documento, codificação, registro, categorização e análise crítica. Foram realizadas entrevistas complementares às

informações não disponíveis no referencial bibliográfico e documental cujo conteúdo serviu para orientar a pesquisa e definir a fonte documental utilizada.

O modelo analítico foi o grande desafio da pesquisa. Segundo Robert Yin (2005, p. 137), “analisar as evidências de um estudo de caso é uma atividade particularmente difícil, pois as estratégias e as técnicas não têm sido muito bem definidas”. Por essa razão, o autor recomendou que cada estudo de caso deve ter uma estratégia analítica geral que estabeleça prioridades e explicita o porquê das preferências. Enfatizou também que a qualidade da análise exige pesquisadores que “considerem *todas* as evidências, exibam e apresentem as evidências separadas de qualquer interpretação e demonstrem um interesse adequado para explorar interpretações alternativas” (Idem).

Além do referencial metodológico utilizado, considerou-se que o estudo do caso Samarco se encontra no campo da ciência política por se tratar do “papel dos atores políticos, das instituições e dos processos de produção, concentração ou distribuição de poder político nas sociedades” (Cervi, 2018, p. 116-117). O autor adverte que “os cientistas políticos não podem abrir mão de pensar sobre as ferramentas metodológicas que usam” (Idem, p.130).

O modelo elaborado teve por base principal a proposição teórica da vulnerabilidade político-institucional como componente do risco de desastre que refletiu o conjunto das questões da pesquisa. A revisão da literatura pertinente orientou todo trajeto percorrido. O modelo analítico abrange os objetivos específicos da pesquisa, avaliando o contexto, o desastre, os órgãos de controle da segurança de barragens e a sistematização das evidências da vulnerabilidade político-institucional em três níveis de análise, conforme o infográfico a seguir, a Figura 1.

No primeiro nível de análise, a identificação e sistematização dos fatos, dados e informações. Em seguida, a análise dos resultados obtidos, verificando as conexões entre as evidências. Por fim, a avaliação e definição dos fatores e processos determinantes das condições de vulnerabilidade político-institucional como fator de risco de desastre. Três critérios orientaram a coleta de evidências: (a) as informações obtidas a partir do caso Samarco; (b) as fragilidades legais e institucionais materializadas nas instituições e órgãos responsáveis pela PNMA e pela PNSB; (c) e a literatura acadêmica relativa ao tema.

Figura 1 – Modelo analítico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023-2024.

Levando em conta as questões e os objetivos da pesquisa, a proposição da vulnerabilidade político-institucional, como fundamento lógico do estudo sobre as causas do desastre, abarcou três temas complexos e imbricados: Estado, mercado e risco de desastre na mineração.

Em tempos de globalização, é desafiadora a análise das relações entre as corporações multinacionais e os Estados nacionais. Considerou-se, então, o aporte teórico das Redes Globais de Produção, proposto por Jeffrey Henderson, Peter Dicken, Martin Hess, Neil Coe e Henry Wai-Chung Yeung (2002), um modelo que vem sendo aprofundado pelo grupo de pesquisa e extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (Poemas) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF-MG). Ademais, considerou-se ainda que, no âmbito da ordem econômica mundial, os efeitos da globalização especificam e caracterizam a posição de poder efetivo dos países e suas respectivas economias, a partir dos indicadores de vulnerabilidade externa de cada país, conforme Eduardo Costa Pinto e Reinaldo Gonçalves (2015), e outros pesquisadores do tema.

É importante frisar que, no contexto da globalização, as organizações e os territórios estão submetidos aos riscos da dinâmica econômica do mercado global. Os conceitos adotados constam na estratégia internacional de redução do risco de desastres, conforme as definições do Relatório Técnico de Revisão de Definição e Classificação (*Definition and Classification Review Technical Report*), documento

publicado pelo UNDRR/ISC Sendai, em 28 de julho de 2020⁹. Considerou-se a perspectiva analítica de Ulrich Beck (2011) sobre o risco de desastres na mineração brasileira como um problema decorrente da sociedade industrial madura, peculiar à modernidade tardia na qual “a produção social da riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos” (Beck, 2011, p. 23). O processo de industrialização expandiu a ação econômica capaz de mobilizar o trabalho e o capital, prevalecendo a lógica da acumulação cada vez mais concentrada, centralizada e voraz. É um paradoxo ter, por um lado, a concentração das atividades de produção e de troca de alto nível em determinadas frações do território e, por outro, a deslocalização dos impactos gerados. Enquanto os lucros são concentrados para alguns, os danos e prejuízos são distribuídos universalmente.

Ao considerar o referencial conceitual sobre os riscos contemporâneos, buscou-se referencial teórico para estudar o aspecto político-institucional dos desastres. A proposição de Enrico Quarantelli (2015) demarcou as bases sociológicas para compreender os desastres como um fenômeno social mundial. Esta definição tornou-se um paradigma básico ao qual ele acrescentou duas noções inter-relacionadas e fundamentais. Os desastres são fenômenos sociais inerentes porque as delimitações temporais e espaciais são bem definidas e exprimem as condições que precedem o impacto. A segunda noção estabelece que a origem dos desastres encontra-se no próprio sistema no qual eles aparecem, pois são manifestações das vulnerabilidades da sociedade, ou seja, deficiências existentes nas estruturas micro ou macrosociais.

De forma convergente e complementar, a socióloga brasileira Norma Valencio (2009) explicitou o papel do Estado ao definir que “desastre é, antes de tudo, o fenômeno de constatação pública de uma vulnerabilidade na relação do Estado com a sociedade diante do impacto de um fator de ameaça que não se conseguiu, a contento, impedir ou minorar os danos e prejuízos” (Idem, 2009, p. 5). Destarte, o rompimento da barragem de Fundão foi uma manifestação do agravamento do risco de barragens na mineração brasileira e da baixa efetividade do poder público no controle da segurança das barragens. Trata-se de problemas da responsabilidade do

⁹ Os conceitos utilizados encontram-se no “Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD)”, um documento da Secretaria da Estratégia Internacional para Redução de Desastres, órgão das Nações Unidas (UNDRR), bem como nas definições do relatório *online* disponível em: <https://www.preventionweb.net/drr-glossary/hips>.

Estado como agente normativo e regulador da atividade econômica, incluindo o exercício das funções de fiscalização, incentivo e planejamento, conforme previsto no art. 174 da Constituição Federal. O poder institucional (*polity*), “refere-se à ordem do sistema político, delineada pelo sistema jurídico, e à estrutura institucional do sistema político-administrativo” (Frey, 2000, p. 216).

As análises estão ancoradas no aporte teórico neoinstitucionalista, especialmente nas abordagens de North (1990); Lascoumes; Le Galès (2012), Frey (2000), Fiani (2013), entre outros. O conceito de vulnerabilidade institucional inspira-se nas formulações de Birkmann *et al.* (2013), Papathoma-Köhle e Thaler (2018), Brinks, Levitsky e Murillo, (2019), Papathoma-Köhle (2021), Nobrega e Teixeira (2023), entre outros. É uma concepção utilizada para analisar a forma como a fragilidade das instituições afeta a vulnerabilidade da sociedade aos riscos de desastres. Também foram utilizadas outras referências teóricas para analisar os demais temas correlatos que perpassam a problemática em foco, citadas ao longo da análise.

Em suma, a investigação das causas do rompimento da barragem de Fundão buscou identificar os fatores e processos político-institucionais específicos e gerais, determinantes ou agravantes do desastre, com vista a compreender o papel desempenhado pelo empreendedor e pelos órgãos públicos no controle da segurança da barragem. A análise do caso considerou o contexto das transformações contemporâneas decorrentes da globalização econômica, buscando evidenciar a correlação entre a fragilidade do poder institucional e o agravamento do risco de desastre tecnológico. Portanto, os determinantes político-institucionais do desastre da Samarco estão circunscritos à problemática das relações entre Estado e mercado que, no caso específico, concernem à regulação da segurança de barragens na mineração de ferro, um setor econômico estratégico em nível nacional e mundial.

1.2.2 Caso Samarco: um estudo de caso único e incorporado

O problema investigado aponta desafios inscritos nas questões enunciadas no

item (1.1) pela abrangência que as circunscreve. Para torná-las factíveis, do ponto de vista operacional, foi preciso delimitar o foco que permitiu decifrar as relações político-institucionais que se cruzaram nas arenas decisórias dos órgãos reguladores e fiscalizadores das atividades minerárias que operam em escala nacional, no âmbito do Estado-Nação, e suas relações com as empresas mineradoras que compõem a Rede Global de Produção Mineral (RGPM). Desse ângulo, retoma-se, portanto, as duas questões já enunciadas que foram delimitadas nos seguintes termos:

(1) em termos legais e institucionais, no período de 2000 a 2015, como estavam definidas as competências/atribuições das instituições responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração, em geral, e como essas instituições atuaram no caso particular da barragem de Fundão?

(2) como se efetuava o processo de governança pública do risco de desastres de barragens, tendo em vista o caráter multinível do sistema federativo brasileiro, que implica a difusão da autoridade entre os entes federados — nacional e subnacionais — que estruturam o papel político-institucional de cada uma das instituições responsáveis?

Ao considerar o conjunto de vulnerabilidades determinantes das causas e consequências do desastre, o estudo do caso abrange diferentes áreas especializadas do conhecimento. No entanto, o papel do Estado na prevenção do risco de desastres perpassa as diferentes dimensões do fenômeno. No caso Samarco, constatou-se vários problemas na ação do poder público que foram agravantes dos riscos de desastre. Assim, emergiu a indagação principal investigada: de que maneira, ou modo, a configuração político-institucional das relações constituídas entre as referidas corporações mineradoras e as instituições públicas mencionadas contribuíram para o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-MG, ocorrido em 2015?

As mudanças do modo de integração e interdependência da economia mundial impactou o setor minero-siderúrgico brasileiro. Tais constatações motivaram o propósito de identificar e analisar os aspectos político-institucionais determinantes das condições da vulnerabilidade como dimensão do risco de desastre tecnológico. Em síntese, buscou evidenciar como a vulnerabilidade político-institucional se manifestou no caso Samarco. Os problemas identificados se tornaram mais compreensíveis ao

considerar o contexto das transformações decorrentes da globalização que dinamizou a produção de minério de ferro. No Brasil, ocorreu a redução do papel do Estado junto ao setor econômico.

O rompimento da barragem de Fundão foi um desastre tecnológico decorrente de uma ameaça de origem antrópica. As falhas de infraestrutura da barragem poderiam ter sido corrigidas em diferentes etapas dos processos de licenciamento, monitoramento, fiscalização e controle. A análise das causas imediatas do desastre evidenciou a vulnerabilidade físico-estrutural da barragem de Fundão e suscitou dúvidas sobre os sistemas sociotécnicos e a gestão dos riscos e danos potenciais. As dúvidas têm se tornado objeto de estudo em diferentes áreas do conhecimento. Do mesmo modo ocorre com as vulnerabilidades evidenciadas pelos impactos físicos, ambientais, econômicos, sociais, dentre outros. Os estudos específicos sobre as causas e os efeitos do desastre são importantes e necessários para compreender o fato e suas consequências.

A questão inicial buscou verificar como a configuração político-institucional contribuiu para o rompimento da barragem de Fundão. O referencial teórico inicial estabeleceu dois parâmetros analíticos: a vulnerabilidade como uma das dimensões do risco de desastre, conforme a definição da Estratégia para a Redução do Risco de Desastre das Nações Unidas, e o poder institucional como uma das categorias estruturantes do modelo para análise das Redes Globais de Produção.

A definição da unidade de análise foi um grande desafio na elaboração do projeto devido ao número de instituições diretamente envolvidas no desastre e no modelo organizacional de cada instituição com tipologias variadas de funcionamento. A Samarco, proprietária da barragem de Fundão, como *joint venture* é controlada pela Vale e BHP Billiton, empresas transnacionais que se associaram para a produção de minério de ferro atuando como rede global de produção mineral desde 2000. Por sua vez, os órgãos públicos responsáveis pela segurança de barragens de rejeitos de mineração, DNPM e instituições estaduais ambientais, se organizam em níveis nacional e subnacional a partir das especificidades do modelo complexo do federalismo brasileiro. Dentre as especificidades, destaca-se o compartilhamento do poder do Estado e a auto-organização dos entes federados dotados de autonomia política, administrativa e financeira. Tendo em conta a proposição da pesquisa, definiu-se que as unidades de análise seriam os órgãos responsáveis pelo controle

da segurança de barragens e rejeitos de mineração, o DNPM e a SEMAD, coordenadora do SISEMA no estado de Minas Gerais.

Outro desafio metodológico avultado do caso Samarco foi a multiplicidade de variáveis de interesse para o estudo dos aspectos político-institucionais. A ocorrência do desastre explicitou a condição de vulnerabilidade da sociedade face aos perigos das barragens de rejeitos da mineração e também propiciou chaves analíticas para o estudo da vulnerabilidade presente em sistemas complexos.

Em suma, as evidências que fundamentam essa proposição estão nos múltiplos fatores determinantes das condições de vulnerabilidade diante dos perigos da barragem de Fundão. Na origem do desastre, encontram-se os fatores antrópicos que determinaram as condições de vulnerabilidade físico-estrutural da barragem. Foi um desastre tecnológico decorrente dos problemas físico-estruturais e das falhas do empreendedor na gestão de risco, inclusive com ocorrência de violações de leis, normas e parâmetros de segurança. Ademais, os riscos da barragem deveriam ter sido monitorados e controlados pelos órgãos públicos responsáveis. No entanto, o Estado falhou em seu papel de agente normativo e regulador, como também no exercício das funções de fiscalização e controle da segurança da barragem. A multiplicidade de danos e prejuízos evidenciou a complexidade da vulnerabilidade da sociedade devido aos impactos do desastre (físico, ambiental, econômico, social, dentre outros).

1.2.3 Coleta e sistematização dos dados¹⁰

O primeiro desafio metodológico foi definir o recorte principal da pesquisa, centrado na identificação dos aspectos político-institucionais do caso Samarco, tendo em vista o propósito de compreender como tais aspectos contribuíram para o colapso da barragem. Durante a pesquisa exploratória, foi identificada uma trama complexa do ponto de vista político-institucional. Isso porque o fato de o empreendedor

¹⁰ Os métodos e técnicas da pesquisa foram adaptados aos problemas e restrições da pandemia COVID19, sobretudo, entre 03/02/2020 a 22/05/2022, período do estado de emergência nacional em saúde pública, conforme a Portaria nº 188/2020 do Ministério da Saúde.

descumprir os padrões de segurança da barragem entrelaçou-se ao fato de o poder público não conseguir garantir a observância de tais padrões. Então, foram definidas três questões visando aprofundar as informações sobre as causas do desastre:

1. Os problemas da barragem de Fundão eram considerados como risco de desastre?
2. Havia parâmetros técnicos para avaliar a gravidade dos riscos daquela barragem?
3. Existiam leis e normas que autorizassem a ação dos órgãos públicos de controle da segurança de barragens de rejeitos de mineração?

Por meio de pesquisa documental e bibliográfica, constatou-se que as causas imediatas do desastre foram riscos previsíveis e normatizados que deveriam ter sido controlados. Por outro lado, o exame mais aprofundado do tema mostrou que o risco de desastre é um conceito recente, polissêmico, multifatorial e utilizado em diferentes áreas do conhecimento (ONU, 2015; Beck, 2011, dentre outros).

Verificou-se que o risco de desastre entrou na agenda internacional em 1995. A política de segurança de barragens foi regulamentada somente em 2010 e o desastre ocorreu logo a seguir, em 2015. Tendo em conta a linha do tempo, as falhas do poder público poderiam ser analisadas como resultado da baixa efetividade dos órgãos responsáveis devido à recente promulgação da política de segurança de barragens.

Essa hipótese foi descartada ao constatar que as medidas governamentais adotadas após o desastre da Samarco não reduziram os desastres na mineração. Os dados oficiais mostraram o aumento da quantidade de barragens da mineração em risco iminente de ruptura. Tais constatações remeteram ao aprofundamento da pesquisa sobre os órgãos públicos responsáveis pelo controle da segurança de barragens de rejeitos de mineração. Além da pesquisa documental, foram feitas quatorze entrevistas com gestores, analistas ambientais, fiscais, parlamentares e representantes do movimento social. A complementação das informações permitiu aprimorar o foco do problema a ser investigado. Dessa forma, foram definidos três aspectos a serem verificados:

1. Aspecto normativo: identificar as lacunas da lei de segurança de barragens instituída em 2010 em comparação com a revisão legislativa feita em 2020;
2. Aspecto institucional e operacional: identificar as condições de trabalho viabilizadas para o exercício das novas atribuições instituídas pela política de segurança de barragens (recursos humanos, financeiros e operacionais);
3. Conhecimento especializado: Identificar a existência de competência técnica adequada às novas atribuições dos agentes de fiscalização de barragens de rejeitos de mineração.

Para o levantamento de dados, foram considerados os conceitos concernentes ao risco de desastres e risco de barragens reconhecidos internacionalmente e as definições normativas para a classificação de risco de barragens estabelecidas pela Lei nº 12.334/2010, cujos parâmetros foram definidos pela Resolução CNRH nº 143/2012, sobretudo a categoria de risco (CRI), que avalia, mensura e classifica a probabilidade de ruptura da barragem. O volume da barragem de rejeito mineral é classificado em quatro faixas e o dano potencial associado (DPA) mensura a magnitude das consequências.

A partir das definições, buscou-se identificar as falhas ocorridas no caso da barragem de Fundão, tendo como orientação as seguintes questões empíricas:

- Por que o empreendedor responsável pela gestão da barragem de Fundão decidiu sobrecarregá-la com a deposição acelerada de rejeitos, ultrapassando os padrões técnicos de segurança e violando leis e normas vigentes, agravando, assim, o risco de rompimento da barragem?
- Por que o funcionamento da barragem de Fundão estava autorizado pelo poder público se havia risco crítico indicando o possível rompimento físico-estrutural? Diante desse questionamento, emergiram dúvidas sobre quais seriam as fragilidades existentes nas instituições responsáveis pela política de segurança de barragens de mineração para não agirem coercitivamente em relação ao funcionamento da barragem? Havia capacidade institucional adequada para os órgãos públicos exercerem suas funções? Considerando as diferentes competências e atribuições dos órgãos fiscalizadores, existiam mecanismos de coordenação da segurança de barragens?

As questões suscitadas ao longo desse percurso contribuíram para iluminar o problema em foco. Identificou-se que o encadeamento de problemas estruturais da barragem de Fundão teve origem na dinâmica de implementação da estratégia de expansão acelerada da produção de minério de ferro no período anterior ao desastre. A estratégia adotada pelo Conselho de Administração e Direção Executiva da Samarco sobrecarregou a barragem além do suportável, culminando no desastre.

Identificou-se os aspectos normativos, institucionais e operacionais dos órgãos responsáveis pela segurança da barragem, conforme as definições do sistema político e da estrutura institucional, consideradas as competências de cada ente federativo na governança do sistema, cujas atribuições derivam dos arranjos institucionais estabelecidos pelas políticas públicas específicas: segurança de barragens, mineração e meio ambiente.

Verificou-se que é grande a variedade de órgãos estatais e públicos concernentes ao controle de barragens de rejeitos de mineração. Além do DNPM, os órgãos ambientais instituídos nos três níveis do Estado brasileiro: União, estados e municípios. Importante ainda considerar as políticas públicas correlatas, ou seja, aquelas responsáveis pelos recursos hídricos, florestas, dentre outros. A PNSB/2010 foi instituída quase três décadas depois da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA/1981) e mais de uma década após a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH/1997). Tal problema tem sido analisado “em contextos de federalismo de Estado, em que há difusão de autoridade distribuída em arranjos policêntricos, constituídos em multiníveis ou múltiplas camadas” (TCU, 2014, p. 36).

A análise dos aspectos normativos, institucionais e operacionais das políticas públicas relativas à segurança de barragens de rejeitos de mineração apontaram evidências consistentes dos problemas da governança pública do risco de barragem que têm origem no espaço em que se sobrepõem a decisão política e a ação pública (ONU, 2020).

A fragilidade da governança pública pode ser considerada como uma manifestação do modo como está configurada a relação do Estado capitalista contemporâneo e sua relação com as redes globais de produção. Isso porque as instituições, diretamente envolvidas no desastre, caracterizam-se pelo modelo organizacional multiescalar, do nível local ao global e vice-versa, estabelecendo

tipologias dinâmicas cujas formas mudam com o tempo, pois são construídas por múltiplos agentes com influência e poderes assimétricos (Henderson *et al.*, 2011; Milanez, Santos, 2013).

As variáveis analíticas utilizadas são dimensões do conceito de regulação, definido como “processo de gestão e governança estatal de setores produtivos relevantes, por meio de normas e parâmetros de comportamento, incentivos e punições e com a finalidade de alinhar os interesses privados ao interesse público” (Cunha *et.al.*, 2016, p. 47). Ainda conforme os autores, a capacidade regulatória “opera no terreno da gestão da autoridade e das interdependências a que estão sujeitas as instituições regulatórias estatais” (Cunha *et.al.*, 2016, p. 47). Os riscos de desastres desafiam o controle estatal, especialmente pelo fato de as corporações extrapolarem a abrangência do território nacional.

1.2.4 Análise dos dados

O processo de análise dos dados coletados, após longo percurso de coleta, análise prévia e sistematização, teve como parâmetro as evidências extraídas do contexto, do desastre, bem como dos órgãos de controle. Cada etapa da pesquisa, detalhada nos capítulos, reúne um conjunto encorpado de evidências que tiveram como principal referência as investigações do desastre e as auditorias dos órgãos de licenciamento e fiscalização. Trata-se, portanto, de fontes documentais fiáveis, produzidas por peritos formalmente constituídos por órgãos competentes, cujos resultados deram suporte à análise empreendida nesta pesquisa. A gama de informações especializadas a que esta pesquisa teve acesso desafiou a capacidade de síntese, de sistematização da totalidade, inclusive por revelar o arcabouço complexo da nebulosa trama causal na qual se apresentou todo o contexto do caso Samarco. Ainda assim, o esforço permitiu explicitar os componentes gerais e específicos da vulnerabilidade político-institucional, detalhados nos apêndices 1, 2 e 3, disponíveis no final deste trabalho.

Os variados e diversos componentes identificados foram agrupados e

analisados criticamente, caminho pelo qual foi possível estabelecer correlações e nexos entre fatores e processos ao contexto, ao desastre e aos órgãos de controle da segurança da barragem de Fundão. Isso compôs o terceiro nível de análise cujos resultados estão sumarizados ao longo do Capítulo V. Assim, a análise das evidências externalizou a vulnerabilidade político-institucional, presentes no DNPM e SISEMA, e a forma como afetou a sociedade atingida pelo rompimento da barragem de Fundão.

CAPÍTULO II

2 ESTADO, GLOBALIZAÇÃO E RISCO DE DESASTRES NA MINERAÇÃO

A análise do contexto do desastre da Samarco abrange três temas complexos e imbricados: Estado, mercado e risco de desastre na mineração. O primeiro tema concerne ao papel do Estado no controle de atividades produtivas arriscadas. A barragem de Fundão foi planejada, gerenciada e fiscalizada no contexto da reforma do Estado brasileiro, ocorrida na década de 1990. Essa reforma implementou mudanças político-institucionais que reduziram o papel do Estado para ampliar a autonomia dos agentes econômicos. A desregulamentação orientou a remoção ou simplificação das leis e normas em favor das forças do mercado.

Agrega-se, ainda, o fato de a mineração de ferro ter se tornado uma atividade estratégica para a economia brasileira, desde o período do Estado desenvolvimentista¹¹ (1930/1980). Esse período caracterizou-se por significativas mudanças político-institucionais, iniciadas em meados da década de 1930, que, ao contrário das mudanças e reformas realizadas a partir da década de 1990, visavam criar capacidades institucionais¹² e ampliar a intervenção do Estado na economia a fim de fomentar as bases estruturais para o desenvolvimento econômico brasileiro via substituição de importações¹³.

Tendo em vista que a mineração de ferro assumiu relevância depois dos anos de 1930, ao mesmo tempo em que se construía as capacidades institucionais relativas ao papel do Estado brasileiro, a compreensão do modo como foi institucionalizada a política mineral, em sua gênese, permite iluminar lacunas regulatórias que perduraram até as primeiras décadas do século 21. A extração mineral é uma atividade arriscada que abrange diversas etapas, entre elas a de

¹¹ Para uma análise mais aprofundada sobre o conceito de Estado desenvolvimentista ver, entre outros: Wade (1990); Johnson (1999); Woo-Cumings (1999); Evans (1993, 1995); Sallum Jr. (1995); Zorzal (2004)

¹² O conceito de capacidades estatais ou capacidades institucionais tem uma longa trajetória nas Ciências Sociais e é definido de diferentes maneiras por diversos autores, conforme seus objetivos analíticos e tradições teóricas (Cingolani 2013, *apud* Pires; Gomide, 2015, p. 123).

¹³ Sobre as referidas mudanças políticas, econômicas e institucionais existe uma vasta literatura. Entre as mais significativas sobre a ação do Estado brasileiro, no período, destaca-se: Sola (1984); Draibe (1985); Sallum, Jr. (1995); Nogueira (1998); Zorzal (2004).

beneficiamento do minério-bruto para comercialização. A etapa de tratamento do minério produz rejeitos, que, via de regra, são depositados em barragens. A ausência de regulação e controle dessas atividades pelo Estado, sobretudo, em relação às barragens, contribui para agravar o risco de desastre dessas estruturas inerentes a atividade minerária.

Outra circunstância relevante concerne aos efeitos da globalização na produção do minério de ferro. Esse setor estratégico da sociedade industrial moderna, com o avanço do processo de globalização comercial, produtiva, tecnológica, monetária e financeira, passou a ser organizado em redes globais de produção, em processos cada vez mais crescentes de integração e interdependência, dentro da dinâmica capitalista contemporânea (Henderson *et al.*, 2011; Milanez *et al.*, 2018). O fenômeno da globalização implicou mudanças na relação Estado/mercado, ao mesmo tempo em que redefiniu a conformação da vulnerabilidade externa estrutural do Brasil (Costa Pinto; Gonçalves, 2015).

O terceiro tema é o risco de desastres. Esse problema decorre da sociedade industrial madura, o “vulcão civilizatório”, que Ulrich Beck avaliou como peculiar à modernidade tardia na qual “a produção social da riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos” (Beck, 2011, p. 23). Significa dizer que a vida contemporânea é marcada por incertezas futuras que ameaçam cotidianamente milhões de pessoas no mundo. Tais incertezas são classificadas em três tipos: ameaças, riscos e incertezas fabricadas (Beck, 2011).

É nesse contexto que a questão motivadora deste estudo, relativa ao rompimento da barragem de rejeitos de mineração operada pela Samarco Mineração S.A., pode ser considerada como incerteza fabricada pela sociedade de risco. As barragens são construções humanas cujos riscos são previsíveis e os danos podem ser evitados. Apesar da gravidade dos danos, o risco de desastre é um tema recente na agenda de debates internacional. Em âmbito nacional, a regulação do risco de desastres de barragens iniciou-se apenas há cinco anos antes do desastre da Samarco com a promulgação a Lei Federal nº 12.334/2010.

Este capítulo tem por objetivo circunscrever, em grandes linhas, o contexto macroeconômico e político no qual ocorreu o colapso da barragem de rejeitos de minério operada pela Samarco, em 2015. Visa destacar aspectos macropolíticos e

institucionais que, em interação com o contexto macroeconômico das primeiras décadas do século 21, redefiniram os traços da vulnerabilidade externa estrutural brasileira, cujos efeitos se refletiram na fragilidade político-institucional já existente e, consequentemente, no agravamento das condições de risco de desastres tecnológicos.

Para tanto, o argumento está estruturado em três tópicos. O primeiro tratou dos principais traços que caracterizam a institucionalidade do Estado brasileiro, seus desafios e trajetórias político-institucionais, a partir de 1930, quando se iniciou a transição da sociedade agrária-exportadora para a sociedade urbano-industrial moderna. Tratou também a dimensão da fragilidade institucional em conexão com o tema das capacidades estatais em termos teóricos analíticos.

O segundo versou sobre os processos de globalização e seus principais efeitos para as economias em desenvolvimento da América Latina, em especial o Brasil, que se articula com o mercado mundial, sobretudo, por meio da exportação de *commodities*. A configuração de Redes Globais de Produção, no âmbito do mercado de *commodities*, se tornou a principal característica dos fluxos econômicos entre as grandes corporações multinacionais que passaram a dominar o cenário das primeiras décadas do século 21.

O terceiro tratou dos desafios do risco de desastres tecnológicos, em especial, o risco de desastres de barragens de rejeitos de mineração, bem como as principais estratégias de prevenção de desastres no período de 2000-2015, e os desafios político-institucionais da normativa brasileira sobre desastres.

2.1 ESTADO BRASILEIRO: DESAFIOS E TRAJETÓRIAS

O papel do Estado junto às atividades produtivas é objeto de longo debate, desde os séculos 17 e 18, quando emergiu a sociedade industrial moderna¹⁴. A discussão sobre o tema, nesta tese, priorizou o debate contemporâneo, sobretudo as

¹⁴ Grandes clássicos do campo da filosofia, da sociologia, da ciência política, e do direito se dedicaram à reflexão sobre a natureza e o papel do Estado. No debate contemporâneo, há uma infinidade de obras sobre o tema.

reflexões de corte neoinstitucional, que ocorreram a partir das décadas de 1970 e 1980, no contexto de crises econômicas e de transição no papel do Estado. No âmbito macrossocial e político do debate, nas academias norte americanas e europeias, e mais tardiamente no Brasil, expressaram-se as controvérsias decorrentes da mudança do consenso keynesiano para o neoliberal, perpassadas pelas correntes de pensamento marxistas e liberais. O pomo das discordâncias girou em torno dos limites do papel do Estado no mundo econômico. O novo consenso estabelecido em torno do pensamento liberal produziu como efeito mudanças que reduziram o papel do Estado para aumentar a autonomia do mercado.

O cenário de prevalência da ideia de Estado mínimo, sobretudo, a partir dos anos de 1990, no Brasil, pautou reformas institucionais significativas no aparato de Estado brasileiro. Ademais, é preciso ressaltar que o Brasil, no período, vivenciou também duas outras transições importantes — do regime político e do regime econômico — a do regime autoritário (1964-1979) para o democrático, institucionalizada pela Constituição de 1988, e a liberalização econômica. Nessa conjuntura complexa, eivada de crises e tensões (Diretas Já, crises econômicas, *impeachment* do primeiro presidente eleito após a ditadura – Collor de Mello – eleito em 1989), as agendas políticas e econômicas, além de abarrotadas de questões velhas e novas que emergiram, estiveram sob influxo dos novos tempos democráticos. Isto é, com a vigência das regras do jogo democrático, foi aberto espaço para que interesses, historicamente represados, viessem à cena, reivindicando lugar de fala e de expressão. Com isso, muitos temas relevantes, do ponto de vista da regulação econômica, nem chegaram às arenas políticas institucionais como problema de política pública¹⁵. Esse é o caso do debate específico sobre o papel do Estado no controle de atividades econômicas arriscadas, que só ganhou espaço recentemente, já no século 21, e ainda assim circunscrito aos especialistas dedicados ao tema.

Tendo em mente o contexto conjuntural das últimas décadas do século findo, o resgate, ainda que breve, sobre as principais características que marcaram as reformas políticas e institucionais, nesta quadra histórica, com destaque para as

¹⁵ A literatura sobre os processos de transição democrática, liberalização da economia brasileira, crise do Estado, reforma do Estado, tensões sociais e políticas que caracterizaram as décadas de 1980 e de 1990 é vastíssima. Para efeito da síntese argumentativa realizada, consultar, entre outros: O'Donnel (1988); Sallum Jr. (1995); Sola (1993, 1995); Diniz (1997); Velasco e Cruz (1992, 1994, 1997), Paulani (1995), Rodrigues (1997).

lacunas regulatórias da atividade econômica arriscada, constituiu o eixo argumentativo deste tópico. Antes de adentrar nas reformas e mudanças ocorridas no final do século 20, se faz necessário um rápido olhar sobre o processo de regulação da atividade de mineração do ferro, que tem suas raízes nas décadas de 1930/1940, momento da mudança do padrão agrário-exportador para urbano industrial e, simultaneamente, das estruturas e instituições do Estado brasileiro.

Gênese da regulação da mineração do ferro no Brasil

A mineração foi particularmente importante para o modelo primário-exportador brasileiro até o final do século 18. Após o ciclo do ouro, a falta de infraestrutura e o surgimento do ciclo da cafeicultura, no século 19, reduziram a importância da mineração na economia. A exploração mineral, especialmente do ferro, só retomou força nos anos 1940, com a resolução do conflito entre mineração e siderurgia, e emergência da economia industrial. A partir de meados da década de 1930, inicia-se a construção político-institucional do Estado Moderno, que foi fundamental para a expansão da industrialização no Brasil. Esse processo permitiu ao Estado equilibrar os interesses dominantes, garantir estabilidade e progresso para as camadas médias e assegurar direitos mínimos e representação sindical aos trabalhadores (Nogueira, 1998). Nessa mesma direção, Draibe (1985), ao analisar a forma de Estado que emergiu a partir dos anos de 1930, destaca que:

Nessa etapa crucial de constituição do 'capitalismo industrial' e do Estado capitalista no Brasil, condensam-se, simultaneamente, num curto período histórico, as múltiplas facetas de um processo de organização das estruturas de um Estado-Nação e de um Estado capitalista cuja forma incorpora, crescentemente, aparelhos regulatórios e peculiaridades intervencionistas que estabelecem um suporte ativo ao avanço da acumulação industrial (Draibe, 1985, p. 82).

Apesar das tensões e dos impasses enfrentados, dos avanços e recuos, bem como das peculiaridades dessa transição para a sociedade industrial de massas, o Estado brasileiro assumiu papel de “suporte ativo ao avanço da acumulação industrial”, por meio da ação estratégica no “controle das forças de mercado internas e internacionais e na sua utilização em favor de um interesse econômico nacional” (Sallum Jr., 1996, p. 44).

No entanto, segundo Draibe (1985), a intervenção e regulação do Estado dos

anos 1930 a 1980 foram limitadas e compartimentadas, gerando ambiguidades devido à disputa entre interesses industrializantes e agrário-exportadores. A questão ambiental não era uma prioridade pública. Nesse período, o foco foi a industrialização, com o Estado criando uma complexa estrutura institucional e burocrática para coordenar investimentos e centralizar a economia (Fiori, 1993). Portanto, o processo de industrialização constituiu-se no principal mote orientador das políticas públicas propulsoras das transformações que conduziram o Brasil a superar o modelo agrário-exportador. No contexto, a mineração de ferro e o desenvolvimento da siderurgia foram estratégicos, destacando-se na agenda do governo Vargas. Nesse sentido, a partir de 1930, Vargas suspendeu concessões de jazidas minerais, separou a propriedade do solo e subsolo, e estabeleceu a concessão federal para exploração mineral. Também foi criado o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em 1933/34, para gerir e fiscalizar essas atividades. Os Códigos de Minas e das Águas¹⁶ foram instituídos para regulamentar a exploração mineral, consolidando o domínio estatal sobre os recursos minerais e a água, que passaram a ser bens públicos sob jurisdição da União (Zorzal, 2004, p. 135).

É notável a longevidade do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), criado na era Vargas, extinto apenas em 2017 com a criação da Agência Nacional de Mineração (ANM)¹⁷. Até os anos 1990, a política mineral brasileira não demandou do DNPM um papel mais complexo e arrojado para cumprir as funções de fomento, regulação e de fiscalização. Isso porque, de acordo com Zorzal (2004), a solução dada pelo Estado brasileiro, no início dos anos de 1940, para as tarefas de extração e beneficiamento do minério de ferro foi a intervenção direta, por meio de uma empresa estatal de economia mista, a Companhia Vale do Rio Doce, criada em 1942.

A conjuntura crítica da Segunda Guerra Mundial criou condições oportunas que viabilizaram uma saída para os impasses então existentes relativos à expansão da indústria siderúrgica brasileira. A demanda urgente de ferro causada pela guerra e

¹⁶ Decreto nº 24.642, Código de Minas e Decreto nº. 24.643, Código das Águas, ambos de 10 de julho de 1934.

¹⁷ A Agência Nacional de Mineração (ANM) é uma autarquia federal sob regime especial, criada pela Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia patrimonial, administrativa e financeira. Tem sede e foro em Brasília, Distrito Federal, e circunscrição em todo o território nacional.

sua relativa escassez, naquela conjuntura, favoreceu as negociações entre Brasil, Estados Unidos e Grã-Bretanha visando ao fornecimento de ferro para a guerra. Dessas negociações, realizadas em Washington, resultou um amplo acordo¹⁸ entre esses três países, com o objetivo de realizar “cooperação mútua nos esforços de guerra e a promoção da exploração econômica de recursos naturais do Brasil” (Zorzal, 2004, p. 141). Com esses acordos, foi solucionado o velho impasse político relativo à exploração do minério de ferro e à construção de uma usina siderúrgica de grande porte. Desse modo, foram criadas a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em 1941, para produção de aço, e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), em 1942, para exploração do minério de ferro.

A Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) enfrentou dificuldades iniciais de infraestrutura e logística, além de restrições contratuais e financeiras. No entanto, no segundo governo Vargas (1951-54), a CVRD se consolidou como empresa estatal de economia mista, superando os impasses com os EUA. Nos anos 1950, a demanda de ferro aumentou, devido à Guerra da Coreia, e à estratégia desenvolvimentista do governo Juscelino Kubitschek (1956-60), favorecendo a industrialização acelerada e a consolidação da CVRD no mercado ferrífero (Zorzal, 2004). Até sua privatização, em 1997, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) se estabilizou como uma das maiores empresas brasileiras, ao lado da Petrobras, também estatal de economia mista criada em 1953. Transformou-se em um grande *holding*, com 52 empresas, atuando em setores como mineração, logística, metalurgia, bauxita, pesquisa mineral, madeira e setor financeiro. Essa trajetória de sucesso põe em evidência o padrão de regulação de suas atividades, caracterizado por um *mix* regulatório (Estado, Mercado e Autorregulação), com predominância da autorregulação, que garantiu ampla autonomia de ações da empresa, o que contrasta com a fragilidade histórica do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (Zorzal, 2004).

Cabe mencionar que a regulação das relações entre empresas estatais e o Estado, no Brasil, durante o período desenvolvimentista, foi marcada por ambiguidades e tensões entre forças de continuidade e mudança (Zorzal, 2004). Esse contexto permitiu a crescente autonomia das empresas estatais, como o caso da CVRD, que operava com ampla liberdade devido ao seu papel estratégico e seus

¹⁸ Sobre o conteúdo desses acordos, ver, entre outros, Zorzal (2004, p. 134-144).

vínculos com o mercado externo. A regulação das atividades da CVRD foi caracterizada por um mix de instituições, em que a autorregulação empresarial teve um papel significativo. Não havia necessidade de agências específicas para supervisioná-las, as empresas eram julgadas por seus resultados e capacidade de eliminar a dependência financeira do governo.

Esses traços institucionais que permitiram à CVRD ampla liberdade de ação, até sua privatização, em contraponto, limitaram a atuação reguladora da mineração pelo DNPM, resultando em sub-regulação dessas atividades. Isso explica a longevidade do DNPM, que teve um papel principalmente burocrático até 2017. As questões de risco da atividade minerária só entraram recentemente na agenda pública e nas políticas públicas (Zorzal, 2004).

2.1.1 Reformas políticas e institucionais recentes

A reforma do Estado tornou-se central nas agendas públicas internacionais, desde os anos 1980, ganhando destaque, no Brasil, a partir dos anos 1990. Com a crise endógena do Estado e o desafio representado pelos processos de globalização, que passou a limitar a autonomia dos Estados nacionais, a maioria dos países do mundo capitalista passou por processos de reformas institucionais. Essas reformas geraram debates intensos em torno dos objetivos da mudança: os liberais defendiam a redução do papel do Estado, enquanto a esquerda buscava sua reconstrução para enfrentar as novas realidades do mercado global. Em relação à América Latina, Sunkel (1999) destacou que “os países se encontram em diferentes estágios de um diversificado, difícil e complexo processo de transição” (Sunkel, 1999, p. 177). O autor ressaltou que a globalização questiona a sobrevivência do modelo sociopolítico do pós-guerra, baseado em uma economia mista e no Estado de bem-estar. Afirmou, nesse sentido, que:

As realidades do processo de globalização, que não podem ser negadas, na verdade não colocam questões sobre a sobrevivência dos Estados nacionais, como alguns gostariam de nos fazer crer. Elas são, ao contrário, tentativas de questionar a sobrevivência social e cultural do tipo de organização sociopolítica que se formou, com um notável grau de sucesso, no período do

pós-guerra, sobre os pilares fundadores de uma economia mista e do Estado desenvolvimentista ou do bem-estar” (Sunkel, 1999, p. 177).

Foi nesse contexto macro de transições econômicas e político-institucionais que se inscreveram os processos de reformas políticas e institucionais das últimas décadas do século 20, cujas nuances e especificidades são marcadas pela historicidade de cada um dos países que passou por tais processos.

No caso do Brasil, o país vivenciou simultaneamente duas transições – a do regime econômico e a do regime político – o que implicou a necessidade de enfrentar, ao mesmo tempo, os desafios da restauração das instituições democráticas e os da reforma do Estado e de sua administração. Nos anos 1990, a reforma do Estado e de sua administração foi influenciada por três elementos principais, conforme identificado por Paula (2005), nos seguintes termos:

1) A questão das características patrimoniais e autoritárias do Estado e da administração pública no Brasil; 2) a crise do nacional-desenvolvimentismo e a ascensão do desenvolvimento dependente e associado; 3) a visão dos organismos financeiros internacionais e o Consenso de Washington (Paula, 2005, p. 105).

Considerando as influências antecedentes, a autora destacou que a reforma do Estado se organizou em torno de duas orientações políticas distintas, que se materializaram nos governos de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) e de Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2011). A vertente gerencial foi implementada nos dois governos de Fernando Henrique Cardoso e buscou aumentar a eficiência do Estado com base em propostas neoliberais e gerencialistas. Essas propostas foram concebidas e implementadas com a participação ativa do ex-ministro da Administração e Reforma do Estado, Luiz Carlos Bresser Pereira. A vertente implementada por Lula buscou novas formas de organização e administração do Estado visando constituir uma administração pública societal, segundo Paula (2005). Focou na participação democrática, renovação do perfil dos administradores públicos e na reinvenção institucional, inspirada em experiências locais, como os Conselhos Gestores e o Orçamento Participativo. Porém, a autora sublinhou que esse modelo é relativamente independente do desempenho do governo Lula, pois o processo vem se desenvolvendo desde o final da década de 1960 no âmbito da sociedade brasileira. Trata-se de uma ideia força e um processo em curso, com avanços significativos em determinados períodos e retrocessos gigantescos, em outros, como os que acabamos de vivenciar no governo de Jair Bolsonaro (2019-2022).

A reforma do Estado brasileiro começou no governo Collor (1990-1992) com o Programa Nacional de Desestatização (PND). No entanto, ganhou maior abrangência nos mandatos de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) com o Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado (PDRAE). Essas reformas visavam resolver a crise fiscal, a intervenção estatal na economia e a crise do aparelho estatal, buscando restaurar a autonomia financeira do Estado e sua capacidade de implementar políticas públicas. Vale destacar que a reforma do Estado, no Brasil, ocorreu no contexto da redemocratização, globalização e crises macroeconômicas do final do século 20. Influenciados por organismos internacionais, os governos promoveram reformas neoliberais, como desregulamentação, privatização e ajuste fiscal, visando retomar o desenvolvimento econômico. No entanto, na virada do milênio, o Brasil ainda enfrentava baixo crescimento, alto desemprego, aumento da dívida e déficit no balanço de pagamentos. Durante os oito anos do governo FHC, a taxa média de crescimento do PIB foi de apenas 2,1% ao ano, com crises que levaram o país a recorrer ao FMI. O fracasso no plano econômico se manifestou:

Não apenas porque não logrou retomar o desenvolvimento: na verdade, não chegou sequer a estabilizar macroeconomicamente o país, de forma que deixou uma herança pesada para o futuro governo em termos de altas dívidas – interna, ou do Estado, e externa, ou do país – e de altos déficits – público ou do Estado, e externo, ou da nação. Dívidas e déficits que se espelham nas mais altas taxas de desemprego que o país já teve (Bresser-Pereira, 2003, p. 336).

Diante dos poucos resultados, o debate foi intenso. Se, nos anos 1980, a estagnação da economia brasileira ocorreu devido à crise da dívida externa e à crise do Estado desenvolvimentista, no final dos anos 1990, após controlar a inflação e reformar o Estado, não havia uma explicação simples para o fato de se terem obtido escassas respostas face as promessas contidas nos receituários que inspiraram as reformas realizadas. De acordo com Paula (2005, p. 135), “a vertente gerencial não rompeu com o neopatrimonialismo e as tendências autoritárias da gestão pública brasileira”. Porém, a autora ressalta que, até 2005, não havia muitas análises sistemáticas sobre o desenho do aparelho de Estado após a reforma realizada no primeiro governo FHC. Existia apenas uma exceção, feita por Rezende (2004), que demonstrou “que o Mare não conseguiu uma cooperação simultânea entre os objetivos de ajuste fiscal e de mudança institucional” (Idem, p. 136) e que a transferência das atividades do Mare, no segundo governo FHC, para o Ministério de Planejamento e Gestão resultou na perda de ímpeto da reforma institucional, o que

acabou tornando o ajuste fiscal o elemento preponderante (Idem, p. 136).

No entanto, apesar dos resultados reduzidos do ponto de vista econômico, a reforma realizada alterou o papel do Estado, facilitando as privatizações e concessões. Além disso, a Constituição de 1988 foi modificada¹⁹ para permitir a participação de capital estrangeiro nas empresas estatais. O Estado passou a atuar como promotor e regulador do desenvolvimento, ao mesmo tempo em que a administração pública se tornou mais aberta à participação privada por meio das agências reguladoras independentes.

Em síntese, as reformas reduziram o papel do Estado brasileiro no controle das atividades econômicas, no entanto, postergaram a regulamentação da administração pública, conforme prevista no Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado. A visão programática era “[...] vinculada a uma proposta de diminuição do papel ativo do poder público e de alinhamento ao *mainstream* internacional, preterindo, em larga medida, a função de planejamento estatal em prol do reforço da postura regulatória pró-mercado” (Cunha; Karan, 2017, p. 62). Com isso, o novo modelo de Estado carece de regras unificadas de procedimentos para alinhar interesses privados e públicos (Fortini; Fajardo, 2019).

A reforma estabeleceu a base do modelo regulatório brasileiro, que permaneceu por quase três décadas (Cunha, 2016). Durante o governo Lula, foram realizadas mudanças significativas, nos oito anos de sua gestão, que recolocaram o Estado no centro da dinâmica do desenvolvimento econômico, porém, “[...] poucas modificações foram promovidas no arranjo institucional do modelo de Estado regulador consolidado especialmente em virtude da ampla reforma do Estado dos anos 1990” (Cunha, 2016, p. 483). A redução do Estado no controle das atividades econômicas e a não institucionalização de marcos regulatórios consistentes fragilizou a capacidade institucional do poder público para exercer o controle das atividades econômicas arriscadas e, desse modo, alinhar interesses privados e públicos. Considera-se, portanto, que é nesse vazio de instrumentos reguladores, seja a fragilidades legislativa, seja a insuficiente capacidade institucional dos órgãos

¹⁹ A Emenda Constitucional 06/1995, suprimiu a distinção entre empresa de capital nacional e empresa de capital estrangeiro. Com isso, foi liberada a participação decisória das empresas de capital estrangeiro nas empresas estatais alienadas.

licenciadores e fiscalizadores, potencializados pelas gramáticas políticas²⁰ constituídas nas relações Estado/sociedade no Brasil, que a vulnerabilidade político-institucional do poder do Estado, no exercício de suas funções de *enforcement*, se manifesta.

2.1.2 Fraqueza institucional e capacidade estatal: referências teóricas

Antes de abordar o tema da força ou da fraqueza institucional, é preciso explicitar o que a literatura define ou conceitua como sendo instituições. De acordo com Brinks; Levitsky; Murillo (2019)²¹, a maioria dos institucionalistas adota a concepção de North Douglas (1990), que define instituições como “restrições humanamente concebidas que moldam a interação humana” (Idem, p.7, tradução nossa). Recuperam, portanto, o conceito de instituições de North, para quem instituições são as “regras do jogo”, que moldam o comportamento dos atores e também são influenciadas por eles (Idem, p. 8, tradução nossa). Afirmam que essa é uma definição amplamente aceita na vertente neoinstitucional e, além disso, diferenciam instituições de organizações. Enquanto as instituições são as regras do jogo, as organizações são os “jogadores”. As organizações são entidades concretas, compostas por grupos específicos de indivíduos que possuem objetivos comuns e individuais, os quais tomam decisões em nome da organização. Como exemplos de organizações, incluem ONGs, partidos políticos, tribunais, órgãos públicos etc. Sublinham que as organizações se diferenciam dos jogadores individualmente

²⁰ De acordo com Nunes (1997), gramáticas políticas são padrões internalizados de relação entre as instituições políticas e a sociedade, entre governantes e governados, amparados por normas e pela cultura política. Elas se estabeleceram em meio aos conflitos e tensões que permearam a implantação da ordem capitalista brasileira. Desse modo, a partir dos anos de 1950, ocorreu, no Brasil, a consolidação do Estado moderno por meio da hábil articulação de diversas práticas, cuja combinação produziu um sistema político multifacetado. Esse sistema combinou práticas clientelistas, corporativistas, de insulamento burocrático e de universalismos de procedimentos, que desempenharam, através de diferentes formas institucionais, um papel fundamental na vida política brasileira. Sobre as especificidades das gramáticas que caracterizam a relação Estado/sociedade no Brasil, ver Nunes (1997).

²¹ A análise de Brinks; Levitsky; Murillo (2019) sobre a dimensão da fragilidade ou enfraquecimento institucional oferece uma contribuição metodológica que apresenta tipologias elaboradas pelos autores a partir de uma pesquisa das experiências da América Latina. A obra intitulada *Understanding institutional weakness: power and design in Latin American Institutions*, foi publicada pela Editora da Universidade de Cambridge em 2019.

considerados, como parlamentares, presidentes, juízes ou representantes de entidades públicas ou privadas (Brinks *et al.*, 2019, p. 7-8, tradução nossa).

Esses autores avaliaram que é preciso ir além da definição de instituições como regras ou leis únicas e autônomas, uma vez que eles se importam com a eficácia de conjuntos de regras e com os intervenientes afetados por elas. Enfatizaram que estão interessados nas instituições formais, compreendendo-as “como um conjunto de regras oficialmente sancionadas que estruturam o comportamento e as expectativas humanas em torno de uma atividade ou objetivo específico” (Brinks *et al.*, 2019, p. 8, tradução nossa). É uma definição que pode ser aplicada a diversos contextos institucionais de várias maneiras. Especialmente, no âmbito governamental, as instituições formais incluem constituições, leis, regulamentos administrativos e políticas públicas. Essas regras estruturam o comportamento dos funcionários públicos e dos cidadãos, promovendo a governança eficaz e a prestação de serviços públicos, pois elas desempenham um papel crucial na definição de expectativas e na orientação do comportamento, garantindo que as atividades sejam conduzidas de maneira organizada e eficiente.

Como o interesse é avançar a discussão sobre a força ou a fraqueza das instituições a fim de compreender a dimensão da vulnerabilidade das instituições criadas pelo Estado brasileiro para a segurança de barragens de rejeitos de mineração, o foco aqui incide na explicitação do conceito de fragilidade ou fraqueza das instituições. Isso porque, no caso do desastre da barragem de Fundão, operada pela Samarco Mineração S.A., há indícios de fraqueza das instituições públicas na definição das regras e na garantia da observância dos padrões de segurança de barragens.

Na literatura que trata do tema dos desastres²², existem autores que discutem a importância das instituições nas situações de desastres, entre os quais foram selecionados alguns, cujas contribuições auxiliam o estudo da questão central desta tese relativa à vulnerabilidade político-institucional como agravante do desastre da barragem de Fundão.

Dessa perspectiva, Papathoma-Köhle *et al.*, (2021) destacaram que a

²² Entre os pesquisadores que têm estudado a vulnerabilidade institucional, encontram-se Hochrainer (2006); Paul (2011); Birkmann *et al.* (2013); Papathoma-Köhle e Thaler (2018); Lazaro; Jacobi (2023), Nobrega; Teixeira (2023).

relevância da capacidade institucional ou da força institucional, nas situações de desastres, foi evidenciada em diversos estudos de casos, entre eles: o Furacão Katrina (2005), o Terremoto no Nepal (2015) e o Ciclone Idai (2019) ²³. Os referidos acontecimentos revelaram que as instituições frágeis podem tornar a sociedade mais vulnerável aos riscos de desastres²⁴. Em sentido inverso, estudos realizados em países com instituições fortes demonstram que as sociedades sofrem menos impactos, o que embasa a convicção sobre a importância da qualidade das instituições na redução do risco de desastres.

A vulnerabilidade institucional é considerada como um atributo abrangente, que reflete o alcance das instituições na redução da capacidade de um sistema exposto aos impactos de um processo perigoso. O foco analítico está na interação da vulnerabilidade institucional com as outras dimensões da vulnerabilidade ao risco de desastres. Desse ângulo, os autores conceituaram vulnerabilidade institucional como sendo:

[...] a combinação das fraquezas incorporadas nas instituições (construídas com ou sem propósito para a gestão de desastres) que reduzem a capacidade de resistir/suportar/enfrentar ou se recuperar do impacto de um evento perigoso (Papathoma-Köhle; Thaler, 2018 *apud* Papathoma-Köhle *et al.*, 2021, p. 3, tradução nossa).

Eles acrescentaram ao conceito a explicação de que as fraquezas estão diretamente enraizadas no contexto sociopolítico e legislativo, mas também no sociocultural, bem como no financeiro. E ainda que a fragilidade institucional pode ser decorrente dos regulamentos e normas, estado de direito, burocracia pública, cultura, etc. A definição se refere à fragilidade das instituições formais e informais em relação ao controle e à prevenção do risco e ações para redução dos impactos decorrentes deles. O conceito abrange tanto o contexto quanto o processo pelo qual as instituições tornam-se muito fracas para fornecer proteção contra riscos de desastres ou que as fazem ignorar seu dever de garantir a segurança e proteção humanas. Os componentes essenciais são as instituições formais, as informais e as organizações,

²³ Conforme Papathoma-Köhle *et al.*, (2021), os casos citados foram estudados por Baker e Refsgaad (2007); Chatiza (2019).

²⁴ Ademais, Papathoma-Köhle *et al.*, (2021, p.1 – tradução nossa) destacaram que, "também em escala global, um estudo baseado em riscos naturais em larga escala entre 1984 e 2004 mostrou que as perdas causadas por riscos naturais globalmente são altamente influenciadas pela qualidade, capacidade e desempenho das instituições dentro de um país (Raschky 2008). [...] é, portanto, claro que a melhoria institucional pode contribuir para a redução dos efeitos negativos dos riscos naturais (Kahn, 2005)".

conforme a proposição de Papathoma-Köhle *et al.*, (2021), apoiados em Hodgson (2007), Fuchs (2009), Tompkins *et al.* (2012); Garschagen (2013), entre outros.

As instituições formais incluem as estruturas legais, regulamentos, constituições e estruturas administrativas. Fraquezas nesses sistemas formais podem dificultar os esforços de redução de riscos de desastres. As instituições informais incluem normas culturais, tradições e práticas sociais. A ignorância ou falta de conscientização dentro desses sistemas informais pode contribuir para aumentar o grau de vulnerabilidade. As organizações são instituições específicas, com limites e membros claramente definidos (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021).

Os autores enfatizaram que essa conceituação se limita “aos riscos naturais, significando principalmente riscos geo ou hidrometeorológicos e não riscos tecnológicos ou biológicos” (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021, p. 3, tradução nossa). Em relação à escala, são consideradas as instituições em âmbito local, regional e nacional. O conceito diz respeito às fragilidades institucionais e não é sinônimo de governança do risco. Embora os termos sejam intimamente relacionados, eles não devem ser confundidos. Isso porque, de acordo com o PNUD (2013), a governança do risco concerne à forma como diferentes atores intervenientes cooperam para gerir o risco de desastres. As organizações de governança incluem a administração pública, as organizações governamentais, como ministérios, agências de financiamento, institutos de pesquisa, ONG, partidos políticos etc. Uma governança eficaz é essencial para a redução de riscos de desastres, pois uma governança fraca pode agravar as condições de vulnerabilidade (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021).

Diante do caso do desastre da barragem de Fundão, considerou-se que essa formulação conceitual pode auxiliar a refletir sobre a fragilidade das instituições de segurança de barragens de rejeitos de mineração. Embora o caso Samarco esteja relacionado aos riscos antrópicos, avaliou-se que, se tomadas as devidas precauções relativas às especificidades das situações, é possível obter *insights* interessantes para pensar o caso em foco. Ou seja, destaca-se que o modelo analítico abrange os riscos de desastres naturais, porém isso não impede de utilizá-lo para pensar no caso de desastres tecnológicos. É importante destacar que, no caso dos riscos antrópicos, a fragilidade institucional diz respeito também ao controle do agravamento do perigo.

Nessa linha de raciocínio, Brinks *et al.* (2019) ofereceram uma contribuição relevante, complementar à visão de Papathoma-Köhle *et al.*, (2021), ao tratarem o tema a partir da “perspectiva neoinstitucional para o Direito, que compreende instituições como ‘regras do jogo’, não confundindo instituições informais com instituições fracas” (Nóbrega; Teixeira, 2023, p. 96). Desse ângulo, os autores conduziram a análise buscando demonstrar como a fragilidade ou enfraquecimento institucional importa para análise institucional. Desenvolveram um aporte teórico e metodológico inédito, por meio da criação de “tipologias sobre as fragilidades institucionais, fundamentais para o estudo comparado das instituições” (Nóbrega; Teixeira, 2023, p. 96).

Elaboraram suas ideias a partir da contribuição de diversos autores do pensamento neoinstitucional²⁵, argumentando que, para os fins a que se propõem, limitaram o alcance do entendimento às regras formais. Isso porque eles estão “preocupados com a eficácia de conjuntos de regras e não com a eficácia de regras únicas isoladamente, e com os intervenientes cuja conduta é afetada por essas regras” (Brinks *et al.*, 2019, p. 8). Desse modo, apoiados em Crawford e Ostrom (1995), eles definem instituição formal como sendo:

[...] um conjunto de regras formais que estruturam o comportamento e as expectativas humanas em torno de um objetivo estatutário, ao (1) especificar os atores e os seus papéis; (2) exigir, permitir ou proibir determinados comportamentos; e (3) definir as consequências do cumprimento ou não cumprimento das demais regras (Brinks, Levitsky, Murillo, 2019, p. 8, tradução nossa)

Com base nessa definição, argumentaram que a fraqueza ou a força de uma instituição é uma função da medida em que ela realmente importa para os resultados sociais, econômicos ou políticos. Desse prisma, destacaram que uma instituição forte é aquela que estabelece um objetivo não trivial e o atinge, enquanto uma instituição fraca consegue pouco ou nada, quer porque não consegue atingir um objetivo ambicioso, quer porque nunca se propôs a realizar nada. Tendo o objetivo estatutário como ponto de partida, sublinharam que é possível identificar mais facilmente como as preferências e estratégias dos atores funcionam para enfraquecer ou fortalecer as instituições. Se a instituição consegue alcançar o seu objetivo político ou se produz consequências não intencionais extensas, isso pode ser analisado separadamente,

²⁵ Por exemplo: Streeck; Thelen (2005); Mahoney; Thelen (2010); Crawford; Ostrom (1995).

sob rubricas de eficácia política mais convencionais. Ademais, é possível, nesse esquema conceitual, que uma instituição forte não consiga, no entanto, atingir os objetivos políticos que motivaram a sua criação ou, então, ela cause mais danos do que benefícios no esquema geral das coisas (Brinks *et al.*, 2019).

Em suma, os autores consideraram que avaliar a força institucional é decisivo para estudos na área de política comparada, pois ela influencia as relações entre o poder executivo e o judiciário, a aplicação e conformidade das regras e os resultados das políticas. Essa força é medida pela diferença entre o comportamento formalmente exigido e o comportamento real observado na prática. Quando uma instituição faz diferença no mundo real, ela é considerada forte; caso contrário, é considerada fraca. O conceito de força e fragilidade institucional baseia-se nos efeitos práticos e hipotéticos de uma instituição, explorando como o mundo seria diferente com ou sem sua presença.

Por isso, para medir a força da instituição, é preciso examinar se estão ocorrendo práticas obrigatórias ou proibitivas, e não se os objetivos políticos estão sendo alcançados, ou se as empresas estão concretizando os seus objetivos. Portanto, para avaliar a força institucional, o foco deve estar no objetivo ostensivo da instituição, e não nos motivos dos políticos e outros atores sociais por trás dela. Os autores enfatizaram que os objetivos institucionais podem ser transformadores, na medida em que procuram afastar os resultados do *status quo*, ou conservadores, e preservar o *status quo* face a potenciais mudanças.

Ressaltaram que não se devem confundir instituições formais fracas com regras informais, ou com aquelas que são “criadas e aplicadas fora dos canais oficialmente sancionados” (Helmke; Levitsky 2006, *apud* Brinks *et al.*, 2019, p. 10, tradução nossa). Afirmaram que as instituições informais podem coexistir com instituições formais fortes ou fracas; e que, quando coexistem com instituições formais fracas, elas podem reforçá-las, fornecendo, assim, um mecanismo que promove o comportamento esperado (“substitutivo”), ou então enfraquecê-las, ao motivar um comportamento alternativo (“competitivo”) (Helmke; Levitsky 2006, *apud* Brinks *et al.*, 2019, p. 10).

Para analisar as instituições, eles construíram uma tipologia com três formas de fragilidade institucional: (1) insignificância (*insignificance*), que ocorre quando as

regras são cumpridas, mas não afetam a forma como os atores se comportam; (2) desconformidade (*noncompliance*), que ocorre quando existem as regras, mas os funcionários do Estado optam não as aplicarem ou não conseguem obter cooperação social; e (3) instabilidade (*instability*), que se dá quando as regras são alteradas de forma elevada, sem se consolidarem ou estabelecerem um equilíbrio estável. O Quadro 1 descreve sucintamente a tipologia e suas subdivisões.

Quadro 1 - Tipos de Fraquezas Institucionais

Tipos		Descrição
Insignificância		A instituição tem ambição zero, na medida em que não prescreve uma mudança significativa no comportamento dos atores, mesmo quando há <i>enforcement</i> pleno e cumprido.
Desconformidade	Tipo I Descumprimento	A instituição prescreve mudanças comportamentais significativas, mas as autoridades estatais optam por não as executar sistematicamente.
	Tipo II Aplicação não punitiva	A regra é aplicada e as sanções são aplicadas, mas são demasiado fracas para mudar o comportamento.
	Tipo III Fracá Capacidade do Estado em Relação à Resistência Social	Os funcionários do governo procuram o cumprimento da instituição, mas não têm capacidade estatal suficiente ou cooperação social para aplicá-la sistematicamente.
Instabilidade		As regras mudam a um ritmo invulgarmente elevado e em direções contraditórias, impedindo que os atores desenvolvam expectativas estáveis em torno delas.

Fonte: Brinks, *et al.* (2019) - Table 1: Types of Institutional Weakness, p. 26-27 (tradução nossa).

Como se depreende do Quadro 1, os três tipos de fragilidades institucionais possuem especificidades, sendo que a desconformidade possui três subtipos específicos. É preciso explicitar os tipos e subtipos, ainda que brevemente, para melhor compreensão do comportamento dos atores e seus papéis em cada situação²⁶.

O primeiro tipo, “insignificância institucional”, ocorre quando as instituições não geram resultados práticos ou efeitos significativos na sociedade. A instituição é supérflua, seja porque simplesmente reflete o que aconteceria na sua ausência, seja porque não desempenha nenhum papel real na orientação do comportamento dos

²⁶ Para exposição mais ampla, ver Brinks; Levitsky; Murillo (2019).

intervenientes relevantes. Trata-se do caso de regras criadas pelas autoridades apenas para manter uma aparência de relevância, mas sem eficácia real, o que gera uma relação de acomodação entre a regra formal e a informal.

O segundo tipo, “desconformidade institucional”, refere-se à falta de adesão às normas estabelecidas e possui três subtipos: descumprimento, aplicação não punitiva, e resistência social. Trata-se de instituições que parecem significativas no papel, mas que são fracas na aplicação das regras, ou seja, no processo de implementação.

O “descumprimento” (*nonenforcement state*) ocorre quando as regras estabelecidas no papel são desconsideradas pelos atores relevantes (ou parte deles) tornando-as “instituições em pergaminho” (*parchment institutions*). Exemplo disso é o que eles chamam de “instituições de fachada” (*window dressing institutions*), ou seja, aquelas que são criadas sem intenção de aplicar seriamente. Como explicação para o descumprimento da regra, os autores argumentam que pode ser falta de fiscalização, ou pode ser resultado de baixos custos para os atores violadores das regras, incentivando a transgressão.

A “aplicação não punitiva” (*nonpunitive enforcement*) ocorre quando as regras e sanções aplicadas são fracas para mudar o comportamento. Diz respeito à aplicação seletiva de leis a certos indivíduos ou grupos, motivada por razões pessoais, partidarismo, classe, etnia ou localização geográfica. Outra fonte geradora dessa espécie de fragilidade é a adoção estratégica de instituições fracas pelo governo. Esse tipo de estratégia é chamado de “lacunas de coerção” (*coercion gap*), e expressa divergências entre o que está escrito e o que é executado, que ocorrem especialmente em regimes híbridos. Nesse segundo tipo, existem outras formas de manifestação de descumprimento da norma, porém não foram destacadas nesta síntese, porque a intenção é apenas ilustrar como se efetua esse tipo de descumprimento.

A resistência social (*weak state capacity relative to societal resistance*) ocorre quando não há capacidade estatal suficiente ou cooperação da sociedade para executar a regra. Esse subtipo é crucial para entender como ocorre o reforço positivo e negativo no cumprimento das regras. Ele tem duas formas de manifestação: *enforcement co-production* (coprodução do cumprimento) e *aspirational laws* (leis transformadoras). O primeiro caso envolve a cooperação entre atores para reduzir os custos de aplicação das normas. É o exemplo em que as regras são cumpridas quase

voluntariamente, por isso não existe necessidade de investimento pesado de imposição do Estado. No entanto, o oposto ocorre com as leis transformadoras, que enfrentam resistência social difundida, dificultando sua execução²⁷.

A instabilidade institucional é o terceiro tipo de fragilidade, que ocorre quando as regras-chave do jogo são substituídas ou modificadas num ritmo veloz. Entre as fontes geradoras de instabilidade, estão as seguintes: instabilidade econômica, coalizões instáveis, armadilhas de instabilidade (*instability trap*), (re) interpretações judiciais, que também podem ser fontes de descumprimento (*noncompliance*).

Em resumo, essa abordagem reformula a compreensão sobre como a política funciona, não apenas na América Latina (referente empírico dos autores), mas em todo o mundo. As variáveis a serem consideradas incluem substância, durabilidade e probabilidade de cumprimento das regras. Embora mensurar essas fragilidades seja desafiador, é essencial analisar os casos específicos. A instabilidade, ainda que observável, requer interpretação cuidadosa para não ser confundida com adaptação. Essas fragilidades, por outro lado, lançam luz sobre como o poder é distribuído e como as regras são realocadas com base nas escolhas dos formuladores de políticas públicas.

Capacidades Estatais

A fragilidade das instituições formais, vista em estreita conexão com os órgãos públicos responsáveis pela implementação das políticas públicas, remete o foco para as estruturas organizacionais criadas com o objetivo de executar as atividades de licenciamento e fiscalização da mineração, bem como para as estruturas físicas dos empreendimentos correlatos. Isso alude ao tema, em consonância com a literatura que entende as instituições como as regras do jogo, enquanto que as organizações são os “jogadores” (Brinks *et.al.*, 2019, p. 7-8).

²⁷ Exemplo dado: “embora uma vasta gama de direitos sociais – por exemplo, aos cuidados de saúde, à habitação e a um ambiente limpo – tenha sido incorporada em novas constituições, em grande parte da América Latina, durante as décadas de 1980 e 1990, estes direitos eram, na sua maior parte, aspiracionais; poucos esperavam que fossem aplicados” (Klug 2000; Htun 2003, *apud* Brinks *et al.*, 2019, p. 47, tradução nossa).

Desse modo, para compreender a atuação das organizações estatais, é preciso levar em conta a capacidade do Estado para mobilizar recursos e habilidades administrativas, políticas, técnicas e institucionais a fim de tomar decisões, produzir e implementar políticas públicas para entregar bens e serviços à sociedade (Pires; Gomide, 2016; Grin *et al.*, 2021). Como tal, é um conceito abrangente, que envolve inúmeras dimensões e incorpora variáveis políticas, institucionais, administrativas e técnicas. Essas dimensões caracterizam o aspecto multidimensional da ação do Estado e são tratadas pela literatura acadêmica por meio do conceito de capacidades estatais²⁸ (Grin, 2012; Cingolani, 2013). Em síntese, “o Estado deve ser capaz de penetrar no seu território, alcançar diferentes grupos sociais (Mann, 1984) e contar com instrumentos, instituições e organizações para a provisão de bens e serviços” (Souza; Fontanelli, 2020, p. 45).

A concepção de capacidade estatal tem uma longa trajetória nas Ciências Sociais e é definida de diferentes maneiras por diversos autores, conforme seus objetivos analíticos e tradições teóricas (Cingolani 2013, *apud* Pires; Gomide, 2016, p. 123). Existem pelo menos duas gerações de estudos (Jessop 2001, *apud* Pires; Gomide, 2016, p. 123). A primeira geração foca na criação e manutenção da ordem em um território, exigindo medidas como administração de um aparato coercitivo, arrecadação de tributos e gestão do sistema de justiça. A segunda geração, mais recente, examina as capacidades dos Estados já consolidados para atingir seus objetivos, por meio de políticas públicas, como a provisão de bens e serviços (Matthews 2012, *apud* Pires; Gomide, 2016, p. 123). Nesse caso, o foco está no nível mais micro em relação ao anterior. Alguns autores se referem a essas capacidades como de “Estado em Ação”, que remete à capacidade de identificar problemas, formular soluções, executar ações e entregar resultados por meio das instâncias organizativas. Dessa forma, a produção de políticas envolve atores, instrumentos e processos que, quando coordenados, permitem ao Estado produzir políticas públicas (Pires; Gomide, 2016, p. 123).

Nesse nível mais micro do “Estado em Ação”, o conceito de capacidade estatal

²⁸ O tema das capacidades estatais possui uma ampla tradição tanto no âmbito das teorias do institucionalismo histórico como nas abordagens neoweberianas da ciência política e da sociologia acerca da formação do Estado e suas instituições. Nesse sentido, o conceito foi objeto de tratamento teórico e empírico por diversos autores desde os anos de 1960.

possui quatro dimensões principais:

(1) capacidade administrativa: refere-se à eficiência organizacional necessária para desempenhar funções governamentais, como a prestação de serviços públicos; (2) capacidade institucional: envolve a definição das “regras do jogo” que influenciam a regulação econômica e o comportamento político dos atores sociais; (3) capacidade técnica: relaciona-se às habilidades para formular e administrar políticas públicas; (4) capacidade política: diz respeito à existência de canais legítimos e eficazes para lidar com conflitos e demandas sociais, dependentes de lideranças político-administrativas responsáveis (Grindle, 1996 *apud* Grin, *et al.* 2021, p. 45).

Segundo Grin *et al.* (2021), algumas capacidades estão no núcleo da organização estatal, podendo ser divididas em “capacidades centrais” e “capacidades geradoras de arranjos”. As primeiras são competências essenciais, focadas em atividades administrativas, gestão de pessoas, arrecadação de impostos e planejamento governamental, que viabilizam a execução de políticas públicas e a prestação de serviços. Já as últimas ajudam a aumentar a legitimidade da ação governamental na sociedade. Nesse sentido, os autores sublinham que:

A capacidade do Estado se manifesta por meio de sua dimensão técnico-administrativa e sua dimensão política apoiadas em órgãos de governo que atuam de forma coordenada, utilizam instrumentos e tecnologias e estabelecem vínculos com setores não estatais para ampliar sua capacidade de ação na sociedade. [...] O nexo entre atributos organizacionais burocráticos e político-relacionais com atores políticos, coordenação governamental e a sociedade compõe o conceito de capacidade estatal (Bertranou, 2012, *apud* Grin *et al.*, 2021, p. 47).

Em suma, três elementos são essenciais na compreensão da concepção de capacidades estatais: recursos humanos (disponibilidade e capacitação); desenvolvimento organizacional (estruturas administrativas e recursos materiais e tecnológicos); e fortalecimento dos sistemas (administrativos e orçamentários, por exemplo). Cinco sistemas de gestão formam o núcleo das capacidades de governo: finanças, investimento de capital e infraestrutura, recursos humanos, tecnologia da informação e gerenciamento para resultados (Ingraham, 2007, *apud* Grin *et al.* 2021, p. 49).

A situação de fragilidade ou fraqueza institucional, na ausência de certas capacidades, pode afetar a produção e implementação de políticas públicas e reduzir o alcance das ações governamentais, afetando o *feedback* entre o Estado e a sociedade. Assim, um órgão de governo com poucos recursos administrativos pode não conseguir realizar as atribuições de sua competência, e ser estrangido pelo jogo político na sociedade. Nessa perspectiva analítica, a fragilidade institucional dos

órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização de barragens de rejeitos de mineração foi identificada, nesta tese, como manifestação da vulnerabilidade político-institucional.

2.2 GLOBALIZAÇÃO E VULNERABILIDADE EXTERNA DOS PAÍSES

Ao caracterizar as especificidades do objeto de estudo, na introdução desta tese, foram sublinhados os efeitos dos processos de globalização na configuração macroeconômica do mundo capitalista contemporâneo como sendo um fator interveniente importante no conjunto das variáveis que afetaram os países no contexto da economia global. Na América Latina, em geral, e no Brasil, em particular, os constrangimentos que afetam estes países derivam da forma de inserção de suas economias no mercado internacional. Neste sentido, Leite (2019), argumentou sobre o modo de inserção do Brasil no mercado global, destacando que “as grandes transformações no capitalismo internacional e a incapacidade de o Brasil transformar sua estrutura produtiva (no sentido de tornar seu tecido produtivo mais complexo e intensivo em conhecimento) mantêm o Brasil em uma condição internacional periférica e vulnerável, [...], seja periférico do ponto de vista financeiro e monetário, seja periférico do ponto de vista produtivo e tecnológico” (Leite, 2019, p. 20-21).

Cabe sublinhar que a etapa atual de expansão do sistema capitalista, denominada de globalização, configura-se a partir do desmoronamento da ordem socioeconômica criada pelos acordos de *Bretton Woods*²⁹ (pautada no keynesianismo/fordista), associado à generalização do modelo neoliberal. Esse modelo assumiu preponderância na cena econômica mundial, a partir de meados dos anos de 1970, tendo como características marcantes: liberalização financeira, abertura comercial e integração produtiva. Com esses movimentos de mudanças, iniciaram-se os processos econômicos denominados de globalização. De acordo com

²⁹ Os acordos de *Bretton Woods* consistiram em propostas econômicas definidas entre Estados Unidos, Canadá, países da Europa Ocidental e Austrália, na conferência realizada entre 1 e 22 de julho de 1944, que elaborou regras para o sistema monetário internacional, as quais foram ratificadas ao longo de 1945 e entraram em vigor ao final daquele ano, após somarem o apoio de 30 países.

Costa Pinto e Gonçalves (2015), tal processo produziu efeitos transformadores na ordem econômica mundial. Nesse sentido, destacam que:

A liberalização financeira, iniciada na década de 1970, permitiu a livre movimentação e valorização dos fluxos financeiros e acelerou vertiginosamente a sua velocidade, permitindo, assim, a integração estreita desses mercados e a ampliação da acumulação financeira. Isso gerou a diminuição acentuada das restrições com as quais as empresas se deparavam para obter um diferencial de rentabilidade positiva ao privilegiar as aplicações financeiras em detrimento dos investimentos produtivos. Como resultado, a dinâmica dos sistemas financeiros (nacionais e internacionais) passou a influenciar fortemente a evolução da renda e do emprego em escala mundial (Costa Pinto; Gonçalves, 2015, 450-51).

Ao lado da liberalização financeira, outros dois processos compõem a tríade que marca a era da globalização: a abertura comercial e a integração produtiva. O primeiro, “por meio da redução das barreiras comerciais não tarifárias e, sobretudo, as tarifárias, gerou maior concorrência entre as empresas nacionais e multinacionais” (Idem, p. 451). Com isso, aumentou a contestabilidade dos mercados, o que vem constringendo os atores econômicos a buscarem “maior elevação da produtividade e redução dos custos que, por sua vez, também transbordou para o âmbito da produção” (Idem, *ib.*). O segundo componente da tríade é o processo de integração produtiva em escala mundial, desde o limiar dos anos de 1980. Esse componente resulta “[...] da configuração de novas formas de gestão do trabalho, de padrões de automação informatizada (modularização) e de organização industrial” (Idem, *ib.*). Foi, sobretudo, a partir do início do novo milênio que a integração produtiva ganhou maior generalização, nos países asiáticos em desenvolvimento, tendo a China como principal eixo articulador, e se refletiu nas demais economias ao redor do mundo. Esse processo de integração passou a ser denominado de “cadeia de produção global” ou de “redes de produção global” (Henderson *et al.*, 2011). Tais mudanças “[...] permitiram a geração de novos bens e serviços e a redução dos custos de transação das operações internacionais em decorrência do aumento do controle sobre essas operações” (Costa Pinto; Gonçalves, 2015, p. 451). Em síntese, os autores resumem esses processos nos seguintes termos:

Em linhas gerais, pode-se afirmar que a globalização é o processo marcante da economia mundial, que captura suas principais tendências e se caracteriza pela ocorrência simultânea de 3 processos: 1) expansão da internacionalização da produção e dos fluxos internacionais de capital; 2) maior contestabilidade do mercado internacional de bens, serviços e capital; e 3) maior interdependência entre sistemas econômicos nacionais nas esferas comercial, produtiva, monetária e financeira. Em outras palavras, o funcionamento dos mercados em cada país é cada vez mais influenciado por

pressões, fatores desestabilizadores e choques no resto do mundo e, em particular, nos epicentros do sistema econômico internacional que hoje são os Estados Unidos e a China (Costa Pinto; Gonçalves, 2015, p. 452).

Derivam, portanto, das características que modulam a economia mundial, na era da globalização, os efeitos que incidem sobre as economias alijadas do epicentro do sistema econômico internacional que comanda a dinâmica da expansão capitalista atual – EUA e China – entre elas, os países do sul global, como a América Latina e a África. Tais efeitos, por seu turno, especificam e caracterizam a posição de poder efetivo dos países e suas respectivas economias, a partir dos indicadores de vulnerabilidade externa estrutural³⁰ de cada país, no âmbito da ordem econômica mundial.

De acordo com Tiryaki, Teixeira e Araújo (2021), em termos macroeconômicos, tradicionalmente, “vincula-se a vulnerabilidade externa de um país ao fraco desempenho da economia doméstica, à fragilidade das instituições de governança e a políticas macroeconômicas equivocadas” (Krugman, 1999 *apud* Tiryaki *et al.* 2021, p. 116). Todavia, em tempos de globalização, advertem os autores que “a crescente inserção das economias emergentes no mercado internacional deixou-as expostas a choques externos mesmo quando seus fundamentos macroeconômicos estão robustos (idem)

Sobre esse ponto, Gonçalves *et al.*, (2008) destacaram que a vulnerabilidade macroeconômica se manifesta por meio de duas dimensões: vulnerabilidade externa conjuntural e vulnerabilidade externa estrutural. A primeira caracteriza-se por depender “positivamente das opções de políticas disponíveis e negativamente dos custos do ajuste externo. Ela é, essencialmente, um fenômeno de curto prazo” (Gonçalves *et al.*, 2008, p. 1). A segunda, no entanto, é mais abrangente, pois “[...] decorre das mudanças relativas ao padrão de comércio, da eficiência do aparelho

³⁰ No âmbito da ciência econômica, o conceito clássico de vulnerabilidade externa se desenvolve e se relaciona com a deterioração da situação das relações de troca externa do país, que impacta de forma negativa variáveis domésticas, como crescimento e inflação, e mostra a fragilidade de um país em responder a uma mudança súbita de termos de troca, juros ou na direção e volume dos fluxos externos de capital. Embora existam diferentes métodos de cálculos que levam em conta fatores estáticos e/ou fatores dinâmicos para o cálculo da vulnerabilidade externa, assumiu-se o entendimento dado por Gonçalves, *et al.* (2008), que considera: “o índice de vulnerabilidade externa estrutural (IVE) é uma variável reduzida calculada com quatro indicadores: exportação de bens e serviços / PIB; estoque de investimentos externos diretos (IED) / PIB; dívida externa total / exportação de bens e serviços; e, importação de bens e serviços / reservas internacionais. De forma aproximada, estes indicadores cobrem as esferas comercial, produtiva, financeira e monetária, respectivamente, das relações econômicas internacionais” (Gonçalves *et al.*, 2008, p. 2).

produtivo, do dinamismo tecnológico e da robustez do sistema financeiro nacional” (Idem). Ela é determinada, especialmente, “pelos processos de desregulação e liberalização nas esferas comercial, produtivo-real, tecnológica e monetário-financeira das relações econômicas internacionais do país” (Idem). Constitui-se, ao contrário da primeira, num fenômeno de longo prazo. Desse modo, os autores a definem nos seguintes termos:

A vulnerabilidade externa estrutural é dada pelo desempenho externo relativo de determinado país comparativamente ao desempenho externo relativo de outros países. Ela expressa a comparação entre países do diferencial relativo de indicadores de inserção econômica internacional em uma perspectiva de longo prazo (Gonçalves *et al.*, 2008, p. 2).

Para identificar qual é a posição de poder dos países na ordem global contemporânea, Costa Pinto e Gonçalves (2015) mobilizaram os conceitos de poder potencial e de poder efetivo. Afirmaram que o poder potencial de cada país é expresso por meio do conjunto de recursos materiais (base material) existente no país. Isto é, “a capacidade/potencial que o país dispõe para exercer sua vontade independente da vontade alheia” (Idem, p. 452). Sublinharam que, para medir o poder potencial do país, é preciso considerar os inúmeros recursos existentes, sendo que, “dentre as variáveis (objetivas e subjetivas) mais utilizadas, podemos destacar: população, território, geração de riqueza, capacitação tecnológica, forças armadas, preparação militar e prestígio” (Idem, p. 452).

No entanto, esclareceram que “o poder potencial não coincide, necessariamente, com o poder efetivo” (Idem). Isso porque outras variáveis entram em cena, na dinâmica das relações econômicas e políticas interpaíses, determinando a posição efetiva de cada um, no jogo das forças em ação, no conjunto dos países presentes no cenário mundial em determinado momento. Assim, afirmaram que:

[...] um país que detém poder potencial não necessariamente consegue exercê-lo plenamente no sistema internacional, uma vez que as relações entre os Estados são delineadas a partir das constantes disputas por mais poder (“quem não sobe cai”) econômico, político e ideológico que, em última instância, determinam a posição hierárquica de cada país no sistema internacional (Costa Pinto; Gonçalves, 2015, p. 452).

Isso significa, segundo os autores, que o poder potencial só se transforma em efetivo se o país conseguir “ampliar sua capacidade de resistir a pressões, fatores desestabilizadores e choques externos em função das opções de suas respostas e dos custos de enfrentamento” (Costa Pinto e Gonçalves, 2015, p. 452). São esses

fatores que compõem a capacidade de resistência externa de um país e, por conseguinte, determinam o seu índice de vulnerabilidade externa estrutural. Ou, dito de outro modo, esse índice é dado pela posição relativa do país “no que diz respeito ao padrão de comércio internacional, à eficiência do seu aparelho produtivo, ao dinamismo tecnológico e à robustez do seu sistema financeiro” (Idem). Acrescentaram que tanto a dimensão estrutural quanto a conjuntural da vulnerabilidade estão atreladas à posição relativa de um país nas esferas comercial, produtiva, tecnológica, monetária e financeira. E que, na era da globalização, a vulnerabilidade externa estrutural é “determinada, principalmente, pelos processos de desregulação e liberalização nas esferas comercial, produtivo-real, tecnológica e monetário-financeira das relações econômicas internacionais do país” (Idem, p. 453). Considerando esses aspectos, Costa Pinto e Gonçalves (2015) sumarizaram, enfatizando que:

[...] o poder efetivo de um país significa a sua probabilidade real de exercer sua própria vontade independentemente da vontade alheia; ou de resistir a pressões, fatores desestabilizadores e choques externos. Contrário sensu, a vulnerabilidade externa estrutural expressa a capacidade, em razão inversa, de resistência a pressões externas. Ou seja, alta vulnerabilidade externa estrutural significa baixo poder efetivo e vice-versa. Portanto, ainda que a base material de poder informe o poder potencial do país, as condições de vulnerabilidade externa estrutural definem o poder efetivo (Costa Pinto e Gonçalves, 2015, p. 453).

Gonçalves *et al.* (2008), ao analisarem a situação da América Latina, neste contexto, destacaram que “[...] há diferenças significativas entre países no que diz respeito ao grau e à natureza da vulnerabilidade externa estrutural” (Idem, p. 19) e que também existem diferenças expressivas em relação às estratégias e políticas de inserção internacional. Enfatizaram que a recente melhora nos indicadores de vulnerabilidade externa pode ser temporária, especialmente se houver uma reversão no ciclo econômico internacional. Além disso, sublinharam que a conjuntura econômica favorável da primeira década do milênio tem apenas legitimado o modelo liberal periférico, reforçando sua natureza dependente (Gonçalves *et al.*, 2008, p. 20).

Tiryaki, Teixeira e Araújo (2021), ao analisarem a vulnerabilidade externa e estabilidade macroeconômica no Brasil³¹, a partir de literatura recente, argumentaram:

[...] a vulnerabilidade externa do Brasil declinou sensivelmente a partir da adoção do regime de metas de inflação com câmbio flutuante. Políticas macroeconômicas gerenciadas de maneira apropriada e uma melhoria na qualidade da inserção externa vêm promovendo uma maior resiliência do país

³¹ Para uma análise sob o ponto de vista do pensamento estruturalista, ver Leite (2019).

a crises financeiras e cambiais (Sarto; Almeida, 2015; Ribeiro, 2016 *apud* Tiryaki *et al.*, 2021, p. 120).

Apesar desses traços positivos, os autores sublinharam que as economias emergentes estão sujeitas a flutuações no fluxo de capitais de investidores externos. Nesse sentido, ancorados em Correa *et al.* (2012) e Kaltenbrunner; Paineira (2014), eles afirmaram que o Brasil ainda apresenta vulnerabilidade estrutural cujos reflexos podem ser percebidos: “(i) em déficits persistentes no saldo de transações correntes; (ii) na composição do endividamento externo, com um perfil predominante de operações de curto prazo; e (iii) na elevada volatilidade cambial e de taxas de juros” (Tiryaki *et al.*, 2021, p. 120).

2.2.1 Globalização e redes globais de produção

A compreensão das relações que se estabelecem entre as corporações multinacionais e os Estados/sociedades nacionais, em tempos de globalização, é complexa e desafiadora. O poder das grandes corporações multinacionais atingiu proporções inéditas atualmente e, em muitos casos, infinitamente maiores do que o poder dos Estados nacionais. Isso resulta em assimetrias que constroem possibilidades de punições efetivas, nos casos de infrações e crimes ambientais cometidos, notadamente, no que concerne às corporações extrativistas³² e produtoras de *commodities*.

Embora existam especificidades que diferenciam os países latinos, a expansão do capitalismo na região constituiu todos os países como espaços de valorização do capital, fornecedores de matérias-primas, mercados consumidores e exportadores de excedentes que são apropriados pelas economias centrais. Apesar de as formas de dependência não serem estáticas, os países da América Latina ainda não conseguiram romper com a condição de países subalternos no contexto da economia global (Corsi, Santos, Camargo, 2019; Leite, 2019; Tiryaki *et al.*, 2021).

³² De acordo com Gudynas (2013, p. 3), o extrativismo contemporâneo é definido “como um tipo de extração de recursos naturais, em grande volume ou alta intensidade, que são essencialmente orientados para serem exportados como matéria-prima ou com processamento mínimo”.

Como se frisou anteriormente, a partir do século 21, com o avanço das transformações causadas pela globalização, a integração produtiva ganhou maior generalização, tendo a China como seu principal motor dinamizador. Como resultado dessa integração produtiva, emergiu a “cadeia global de produção” ou a “rede global de produção” (Henderson *et al.*, 2011).

A mineração é um setor estratégico da sociedade industrial contemporânea, que está organizado por complexas redes globais de produção, em processo crescente de integração e interdependência, na dinâmica capitalista das economias e dos mercados globalizados. Desse modo, para compreender o caso do colapso da barragem de rejeitos da Samarco/Vale/BHP, especialmente, do ponto de vista das relações dessas corporações com as instituições do Estado brasileiro responsáveis pelo controle e fiscalização de barragens, considerou-se que o aporte teórico relativo às Redes Globais de Produção, como modelo teórico-analítico, iluminaria as complexas relações constituídas. Esse modelo foi proposto por Jeffrey Henderson, Peter Dicken, Martin Hess, Neil Coe e Henry Wai-Chung Yeung (2002)³³, e vem sendo aprofundado por pesquisadores do grupo de pesquisa e extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (Poemas)³⁴.

Os autores propuseram uma categorização de fatores políticos, institucionais e sociais para analisar as corporações multinacionais como agentes sociopolíticos que atuam em redes, as quais se consolidam desde sua escala local até a global, conforme as diferentes estratégias de ação de empresas transnacionais (Santos; Milanez, 2017). O conceito de “rede” engloba uma complexa teia de relações de sistemas de poderes e atores interligados entre si. A produção que ocorre nessa rede é compreendida como um processo social, incluindo condicionantes humanas necessárias na produção de *commodities*. O foco nos processos de produção global permite posicionar fluxos e processos de trocas em redes transnacionais, refutando o modelo estado-cêntrico e o compreendendo como um ator dentro da rede (Henderson *et al.*, 2011; Milanez; Santos, 2013).

³³ Conforme Santos, (2011, p. 129), “o paradigma das redes de produção globais (RPGs) surgiu no início dos anos 2000, na Escola de Meio Ambiente e Desenvolvimento (SED) da Universidade de Manchester, Reino Unido. Os autores desenvolveram o modelo teórico no âmbito do debate sobre a relação entre sistemas transnacionais de produção e desenvolvimento econômico”.

³⁴ O Poemas é um grupo de pesquisa e extensão Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade, multidisciplinar e interinstitucional, formado por acadêmicos que se propõem a refletir sobre as múltiplas interfaces entre o setor extrativo mineral e a sociedade.

Desse prisma, Henderson *et al.*, (2011, p. 153) conceituaram redes de produção como sendo “[...] o nexo de funções e operações interligadas através das quais bens e serviços são produzidos, distribuídos e consumidos”. As redes integram as firmas (e partes de firmas) e também as economias nacionais ou partes delas, portanto são mais complexas em termos organizacionais e mais abrangentes em extensão geográfica do que as organizações tradicionais. Elas “atravessam” as fronteiras estatais de formas diferenciadas para criar estruturas que são “descontinuamente territoriais”, mas, ao mesmo tempo, enraizadas e profundamente influenciadas pelos contextos sociopolíticos e por condições socioculturais dos locais onde estão inseridas. Portanto, o significado do termo “global” não é apenas geográfico, pois as atividades funcionam integradamente além das fronteiras. É um modelo organizacional multiescalar, do nível local ao global e vice-versa. Enfim, as RGP são tipologias dinâmicas cujas formas mudam com o tempo, uma vez que são construídas por múltiplos agentes com influência e poderes assimétricos:

A arquitetura do modelo teórico-analítico da rede de produção global estrutura-se por três categorias conceituais: (1) valor; (2) poder; e (3) enraizamento. A primeira categoria contempla não apenas o valor (monetário) do bem-produzido. Compreende também a ampliação do valor por processos produtivos, pelo uso de tecnologia, pelas condições de trabalho e pela aplicação de conhecimento técnico. O valor varia com a influência de entidades nacionais, como agências governamentais e sindicatos, e com a maneira como ele é capturado e distribuído e conforme a estrutura da governança corporativa em questão. Isso torna o processo de produção de valor um conjunto de várias dinâmicas de acumulação, privatização e inserção do produto em grandes sistemas de logística (Henderson *et al.*, 2011; Milanez, Santos, 2013).

Ao modelo adaptado para a mineração (Rede Global de Produção Mineral – RGPM) foi acrescentado pelo grupo Poemas o conceito de “destruição de valor”, considerado relevante para o estudo de setores extrativos. Esse conceito é fundamental para o estudo de setores extrativos, pois considera a destruição de infraestruturas devido a novos processos de criação e extração. Além disso, incorpora agentes não-econômicos e valores não monetarizados, como relações sociais e condições ambientais. Henderson *et al.* destacam variáveis importantes para a “captura do valor produzido”, incluindo política governamental, formas de propriedade da firma e natureza da governança corporativa (Milanez *et al.* 2018, p. 7).

O poder é a segunda categoria do modelo teórico analítico. Três tipos de poder são considerados: (1) poder corporativo, (2) poder institucional e (3) poder coletivo. O poder corporativo refere-se à capacidade das empresas de influenciar a tomada de

decisões e realocar recursos, principalmente em relação a decisões no âmbito político. Segundo Henderson *et al.*, (2011, p. 157), “a fonte de poder dentro das RGP e as formas nas quais (ele) é exercido são decisivas para a ampliação e captura de valor e, portanto, para as perspectivas de desenvolvimento e prosperidade”. No entanto, no interior das redes, o poder é distribuído de forma assimétrica.

O poder institucional compreende o papel das diferentes instituições públicas nacionais e internacionais. O Estado é um agente político central, sendo que os agentes e arranjos institucionais são considerados como elementos-chave desse poder (Milanez *et al.*, 2018, p. 5). A regulação econômica se expressa em uma grande diversidade organizacional, podendo restringir ou favorecer diferentes agentes econômicas. O poder coletivo abrange os demais agentes que influenciam decisões empresariais. Inclui a influência de grupos locais, nacionais e internacionais, como sindicatos, ONGs e associações, que buscam contrapor e influenciar empresas, governos e agências internacionais (Henderson *et al.* 2011; p. 158, Milanez *et al.*, 2018, p. 5-6).

A terceira categoria do modelo teórico analítico é o enraizamento, que se refere ao contexto local e às especificidades culturais do território onde a empresa está inserida, os quais influenciam e moldam decisões e atividades empresariais. Henderson *et al.*, (2011) distinguem o enraizamento em duas dimensões: territorial e em rede. O enraizamento territorial refere-se à inserção da empresa no contexto local e à criação de vínculos com as comunidades, dentro de uma região, mesmo em redes globais que operam em diferentes países. O fator enraizamento territorial é essencial na compreensão da empresa, tanto em termos de sua instalação física quanto de seus efeitos no território. Já o enraizamento em rede, se refere à conexão entre agentes internos e externos à empresa (trabalhadores, acionistas, apoiadores, movimentos sociais e políticos), diferenciando entre relações formais (por exemplo, parcerias) e relações informais (Henderson *et al.*, 2011; Milanez, *et al.*, 2018). Essas dimensões são fundamentais para entender como as empresas se integram e influenciam os territórios onde operam.

A compreensão sobre a forma como as empresas mineradoras buscam enraizar-se no território local é uma dimensão essencial para entender as relações entre a empresa e a comunidade local. Hess (2004) e Milanez *et al.*, (2018) ampliaram essa categoria, incluindo o enraizamento social, que considera a história e trajetória

dos atores, influenciando suas ações e comportamentos. Além disso, incluem o enraizamento material, que se refere ao aspecto físico-material do território, o qual é outra condicionante central para a aquisição e a transformação de valor (Milanez *et al.*, 2018).

Outro aspecto importante para a compreensão do conceito é a relação entre os diferentes agentes nas Redes Globais de Produção (RGPs). Destacaram que existe três tipos principais bem definidos: o primeiro agente é o político, principalmente o Estado, que atua através seus agentes nos arranjos institucionais; o segundo são os agentes sociais, que incluem trabalhadores, movimentos sociais e ONGs; e o terceiro são os agentes econômicos (firmas), que funcionam como elemento chave da unidade de análise 'rede', conduzindo estruturas e processos em torno dos quais orbita uma variedade de outros agentes (Milanez *et al.*, 2018). Os demais agentes políticos e sociais possuem interfaces complementares e essenciais no condicionamento das atividades econômicas do agente principal da rede, os agentes econômicos.

A esses componentes conceituais das RGPs, em seu formato seminal, Milanez *et al.* (2018) acrescentaram um quarto componente conceitual, que é a estratégia. Por meio dessa categoria, visam captar as relações implícitas existentes entre as três categorias iniciais, considerando que:

[...] os agentes disputam os processos relacionados ao valor (incluindo valores monetarizados e não-monetarizados), mas seu sucesso depende principalmente das relações de poder, que são influenciadas e definidas pelas condições de enraizamento. Cada grupo de agentes desenvolve um repertório de ações, definido como **estratégia**, de forma a modificar essas três categorias (Milanez *et al.*, 2018, p. 7, grifo nosso).

Embora Milanez *et al.* (2018) apresentem uma discussão aprofundada sobre o conceito de estratégia, para os fins desta tese, importa reter, do ponto de vista analítico, aspectos que permitem operacionalizar a reflexão. Nesse sentido, os autores definiram estratégias como sendo:

[...] um repertório de ações coordenadas desempenhadas por um ou mais agentes – em grande medida, coletivos, que envolve o exercício do poder com o objetivo de: (1) aumentar sua capacidade de ampliar ou capturar valor; (2) ampliar seu poder ou reduzir o poder de outros agentes; ou (3) modificar condições de enraizamento, próprias e as de outros agentes (Milanez *et al.*, 2018, p. 7).

Depreende-se que o conceito de estratégia é entendido como sendo ações influenciadas por poder, valor e enraizamento, nas relações entre os agentes e seus ambientes, de forma a integrar pressões estruturais e relações de poder que afetam

a capacidade de agir e inovar de maneira relativamente autônoma dos agentes (Milanez *et al.*, 2018, p. 8). As estratégias das empresas visam assegurar e fortalecer suas posições, especialmente nas suas relações com a sociedade. Como componentes essenciais, as estratégias incluem captura de valor, expansão de poder corporativo, redução de poder contestatório e enraizamento corporativo. Elas são construídas no quadro de formas de racionalidade limitada e de recursos assimétricos e sua execução é social e politicamente dependente (Santos; Milanez, 2017). Ademais, o repertório de ações estratégicas abrange táticas diversificadas, que compõem padrões discerníveis, agrupáveis em tipos distintos segundo seus efeitos externos. Milanez *et al.*, (2018) destacaram que existem pelo menos cinco tipos distintos de estratégias mobilizadas pelas Redes Globais de Produção Mineral. A Figura 2, a seguir, mostra os cinco tipos de estratégias.

Figura 2 – As estratégias e seus elementos



Fonte : MILANEZ, *et al.* 2018, p. 9.

Resumidamente, cada estratégia da Figura 2 consiste num conjunto de relações com distintos graus de complexidade, dependendo dos agentes envolvidos na estratégia³⁵. As estratégias de mercado estão voltadas à gestão de financiamentos, distribuindo-os em diversas frentes produtivas, investimentos em pesquisas, novas tecnologias e na organização empresarial em si. Por meio delas, consolida-se a posição da empresa frente à concorrência. As estratégias financeiras envolvem a gestão dos recursos financeiros, em especial, o planejamento das finanças em diversos locais, a inserção de capital estrangeiro, as opções de endividamento e de

³⁵ Para uma discussão mais ampla ver Milanez, *et al.* (2018); Santos; Milanez (2017).

controle proprietário disponíveis. Elas são definidas “preponderantemente por agentes e estruturas externos à corporação e que, portanto, impactam diretamente os processos relacionados à captura de valor e às condições de exercício de poder corporativo” (Milanez *et al.*, 2018, p. 15).

As estratégias institucionais compreendem o uso do poder corporativo para influenciar o poder institucional, de acordo com os interesses da empresa, moldando os processos políticos e legislativos para compactuar com os interesses corporativos. Nesse sentido, Milanez *et al.*, (2018) as caracterizaram “como o conjunto de ações utilizadas na tentativa de exercer uma influência regulatória forte e consistente” (Szablowski, 2007, *apud* Milanez, *et al.* 2018, p. 20). No caso do setor extrativo, é enfatizada a importância desse conjunto, tendo em vista o fato de o Estado definir os parâmetros ambientais de operação, ao mesmo tempo em que ele tem o monopólio do acesso aos bens minerais, no caso do Brasil (Idem, *Ib.*).

As estratégias referentes às relações de trabalho dizem respeito aos vínculos entre gestores e seus funcionários, visando controlar e organizar o processo produtivo quanto às ferramentas de gestão de pessoas, como formas de contratação e de remuneração, fatores que influenciam o processo de criação e captura de valor (Santos; Milanez, 2017). Nessas estratégias estão incluídos, portanto, os custos trabalhistas, salários e condições de trabalho, de maneira geral, que são objetos da estratégia das empresas mineradoras para a captura de valor. Tais estratégias não estão restritas somente às empresas mineradoras e ao Estado. Por se tratar de rede, inclui também os trabalhadores e os sindicatos (Milanez *et al.*, 2018, p. 23).

As estratégias sociais referem-se “[...] à influência exercida pelas corporações sobre os padrões emocionais, cognitivos e de agência da sociedade civil, apreendida igualmente a partir de escalas múltiplas e interativas” (Santos; Milanez, 2017, p. 12). No âmbito das estratégias sociais, estão as práticas de Responsabilidade Social Corporativa (RSC), que utilizam de diversos mecanismos visando à construção da legitimação social das empresas e à reputação delas.

As estratégias territoriais envolvem a captura e a transformação de recursos (territórios com reservas minerais e hídricas) como base material para impulsionar o desenvolvimento econômico da corporação. Desse modo, a noção de estratégia territorial é compreendida “como o conjunto das ações voltadas ao controle do espaço,

dos recursos, dos bens e de pessoas nos territórios e redes nos quais as empresas atuam, interagindo com distintos agentes e em múltiplas escalas” (Milanez *et al.*, 2018, p. 30).

Em suma, o modelo analítico das Rede Global de Produção (Henderson *et al.*, 2002), e os aportes conceituais acrescentados por Santos e Milanez (2017) e Milanez *et al.*, (2018), compõem uma importante contribuição que permite às ciências sociais avançarem na produção de conhecimento sobre as estratégias das corporações mineradoras e, desse modo, compreender as ações destes agentes econômicos em diferentes campos e na relação com agentes diversos.

2.2.2 Globalização e risco de desastres na mineração

As transformações impulsionadas pela globalização econômica propiciaram a expansão do mercado mundial de *commodities*, nas primeiras décadas do século 21. Ao mesmo tempo, as economias latino-americanas foram submetidas a uma maior exploração de recursos naturais, capitaneada pela crescente demanda por matérias-primas no mercado internacional, especialmente pela China (Costa Pinto; Gonçalves, 2015, Milanez; Santos, 2013). Isso resultou no alargamento das “fronteiras territoriais do extrativismo mineral em países da América Latina, África e, de maneira abrangente, no Sul Global³⁶, aprofundando as estratégias de acumulação de capital no início do século XXI” (Gonçalves; Milanez, 2019, p. 7).

A dependência da produção e exportação de *commodities* minerais e agrícolas contribuiu para estruturar a fase neoextrativista³⁷, no continente latino-americano,

³⁶ “Sul Global” é uma expressão usada pela literatura crítica ao termo países em via de desenvolvimento, normalmente vinculado à expansão do capitalismo. Refere-se aos países localizados majoritariamente na Ásia, África e América Latina com grandes desafios econômicos e sociais. O termo passou a ser difundido a partir de 2004, após a publicação do relatório das Nações Unidas “*Forging a Global South*” (Criando um Sul Global, em tradução livre).

³⁷ O neoextrativismo é um modelo de desenvolvimento focado no crescimento econômico baseado na apropriação de recursos naturais, por meio de redes produtivas pouco diversificadas, e inserção internacional subordinada (Gudynas, 2009; 2012a). Em termos de tecnologias de extração, caracteriza-se por gerações que se sucedem desde os primórdios da colonização. O que as distingue é a crescente intensidade na apropriação de recursos naturais, nos equilíbrios entre o gasto de energia, água e material consumido, no uso da força de trabalho, nos recursos obtidos. De acordo com esses critérios, existem quatro gerações de extrativismo. A quarta geração é a mais invasiva e intensiva e nela o Estado

como modelo de desenvolvimento, delineado pelo crescimento econômico fundado na apropriação dos recursos naturais por meio de redes produtivas pouco diversificadas. No Brasil, a maior extração e o baixo processamento de recursos naturais (minério de ferro, petróleo, celulose, etanol, soja, dentre outros) assumiram a centralidade do desenvolvimento econômico, na virada do milênio, como uma derivação de acordos setoriais privados, em escala global, contando com pleno suporte político-institucional do país (Santos, Milanez, 2013). Outro aspecto relevante é a escala dos empreendimentos, tendo em vista que se trata de megaempresas intensivas em capital e não intensivas em trabalho, cujos atores empresariais são as grandes corporações transnacionais que comandam os “nós” mais importantes da Rede Global de Produção (Svampa, 2018, p. 22).

No que tange à mineração, além da concentração da produção e comercialização do minério de ferro, outro aspecto a ser considerado é a estrutura oligopólica do mercado de minério de ferro que limita, de modo significativo, a competição entre empresas³⁸. Nesse sentido, Milanez *et al.*, (2018, p. 10) destacaram o forte predomínio da Vale S.A. tanto no mercado transoceânico como no mercado nacional de minério de ferro, nos seguintes termos:

Em 2015, o **mercado transoceânico** era controlado por quatro corporações, Vale (22,5%), BHP Billiton (20,1%), Rio Tinto (19,9%) e Fortescue (12,3%), que respondiam por 74,8% da oferta mundial (Löf & Ericsson, 2016, p. 24). A Vale ampliou sua participação em 2016, atingindo 24,0% de market share (Löf & Ericsson, 2017, p. 35). No **mercado nacional**, adicionalmente, a conjugação de uma estratégia de vendas globalizada da Vale e de redes de produção siderúrgicas verticalmente integradas – lideradas por Gerdau, Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Vallourec, além de Usiminas e ArcelorMittal, restringe ainda mais a competição – tendo a Vale extraído 83,2% do total de minério de ferro do país em 2017 (IBRAM, 2018, p. 11, *apud* Milanez, *et al.* 2018, p. 10, grifos nossos).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com base nos projetos anunciados pelas empresas, estimou a continuidade da centralização da produção brasileira no longo prazo (Carvalho, *et al.* 2014). Isso indica que as mesmas empresas se manteriam influenciando o comportamento do mercado e liderando a Rede Global de Produção Mineral (RGPM). A seguir, a Figura 3

tem um papel ativo, buscando sua legitimação por meio da apropriação e redistribuição de parte da renda gerada. Esta última geração caracteriza o momento atual. Existem diferentes formas de combinações e sobreposições entre essas gerações de extrativismo (Gudynas, 2015, p. 22-30)

³⁸ Os conceitos concentração e centralização do capital foram apresentados por Marx, ao desenvolver a lei geral da acumulação capitalista (MARX, K. O Capital, livro I, capítulo 23). A concorrência é um determinante importante da centralização de capital. A centralização de capital diz respeito à “transformação de muitos capitais pequenos em poucos capitais grandes” (Ianoni, 2019, p. 115).

apresenta informações sobre o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), com o *ranking* das 10 empresas que mais pagaram a CFEM em 2019. A Vale S.A., além de deter o primeiro lugar, com 54,8% do total pago, ostenta um volume muito superior ao das nove demais empresas do *ranking*.

Figura 3 – Empresas com maiores arrecadações de CFEM DE 2019

Ranking	Empresa	Qtd. Títulos	Recolhimento CFEM (R\$)	% do Total
1	Vale	22	2.468.208.878,07	54,8%
2	CSN Mineração	2	303.584.229,48	6,7%
3	Min. Brasileiras Reunidas	6	269.724.875,83	6,0%
4	Anglo American Ferro Br	2	210.835.190,81	4,7%
5	Salobo Metais	1	114.633.138,18	2,5%
6	Mineracao Rio do Norte	1	54.292.082,63	1,2%
7	Kinross Brasil Mineração	1	48.385.873,64	1,1%
8	Mineração Usiminas	1	42.342.327,59	0,9%
9	Mineração Paragominas	1	38.876.950,73	0,9%
10	Baovale Mineração	2	38.611.375,49	0,9%

Fonte: Site da ANM (Fev., 2020)

Fonte: Boletim do Setor Mineral, 2020.

Estreitamente vinculadas ao volume da produção anual de minério de ferro estão as soluções criadas pelos empreendedores para disposição dos rejeitos oriundos do processo de beneficiamento do minério. Inicialmente, os rejeitos eram descartados no ambiente, inclusive em cursos d'água, sem normas ambientais pré-estabelecidas, tanto na primeira fase do extrativismo mineral quanto na segunda geração, que passou a utilizar tecnologias mais avançadas, como motores a vapor e motores de combustão interna (Coelho *et al.*, 2017).

A partir de meados do século 20, iniciaram-se as fases extrativistas de terceira e quarta geração, com aumento escala de produção, por meio de tecnologias e equipamentos de grande porte que viabilizaram maior volume e intensidade da extração, como também a produção de rejeitos em proporção equivalente, o que demandou a criação de sistema de disposição de rejeitos apropriado (Gudynas, 2015, p. 22-30). Por essa razão, as barragens de rejeitos foram construídas e multiplicadas, nas regiões mineradoras ou mínero-metalúrgicas³⁹, a partir das últimas quatro

³⁹ Do ponto de vista da geografia, de acordo com Coelho *et al.*, (2017, p. 92), “[...] na história das sociedades, as regiões econômicas são concebidas por agentes governamentais, formuladores e executores dos projetos políticos-territoriais, e por empresas privadas para elas atraídas. Essas últimas — projetos privados articulados às políticas públicas — se beneficiam, em geral, de isenções fiscais, além de estímulos creditícios e infraestruturais criados. Dessa forma, regiões econômicas são interligadas a outras escalas que abrigam redes produtivas de interesse do país e das empresas. Tais

décadas do século 20. Desse modo, essas regiões passaram a viver sob o risco, sendo impactadas por sucessivos incidentes, acidentes e desastres ambientais. E, no século 21, “apesar dos números de incidentes com barragens terem diminuído, elevaram-se os eventos graves e muitos graves” (Bowker; Chambers, 2015; Santos; Wanderley, 2016, *apud* Coelho *et al.*, 2017, p. 85-86).

Na atualidade, como advertiram Coelho, *et al.* (2017), “não podemos nos limitar a mencionar barragens de uma só empresa, nem de um só vale”, ao contrário, devemos compreendê-las como um conjunto ou um complexo de barragens regionais, que “compõem as regiões mineradoras ou mínero-metalúrgicas sob risco ou impactadas por desastres ambientais” (Idem, p. 86). Isso porque essas regiões foram concebidas como “regiões de acumulação capitalista⁴⁰”, as quais foram “planejadas e construídas no contexto de projetos de modernização industrial da economia brasileira, desde o século 20, com objetivo de constituir maior articulação e participação com as demandas do mercado mundial” (Coelho *et al.*, 2017, p. 86). Foi no âmbito da estratégia desenvolvimentista do Estado brasileiro, implementada a partir dos anos de 1930, que a extração do minério de ferro e a sua comercialização no mercado externo constituiu-se em importante alavanca na transição da sociedade agrária primário-exportadora para a urbano industrial. As jazidas de ferro conhecidas à época, localizavam-se no centro-sul do estado de Minas Gerais, na região denominada de Quadrilátero Ferrífero, por abrigar diversas minas ferríferas.

Outro aspecto importante considerado por Coelho *et al.*, (2017) é o aumento do tamanho de barragens de rejeitos de mineração industrial, que contribuiu para a produção de regiões de riscos localizadas no entorno das barragens. Essas regiões de riscos ambientais são “recorrentemente produzidas ou reproduzidas e intencionalmente articuladas sob diferentes escalas geográficas no bojo do processo

estratégias são, assim, concebidas, planejadas e reproduzidas em determinadas extensões espaço-temporais”. Esses autores sublinham, ainda, que tais estratégias de inserção mais incisivas do local-nacional na economia mundial surgiram como iniciativas geopolíticas e geoeconômicas de crescimento econômico, sobretudo a partir da segunda metade do século 20.

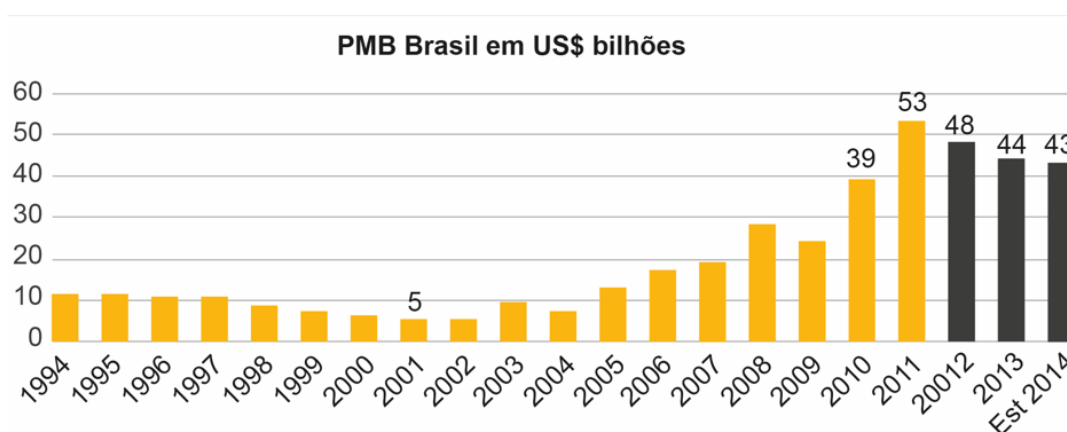
⁴⁰ Segundo, Coelho *et al.* (2017) ‘*regiões de acumulação capitalista*’ são “regiões estratégicas físicas e socioeconômicas, que seguem o cenário de interações com a escala internacional. Considerando as crescentes demandas internacionais por recursos naturais, as regiões resultam de decisões e ações com o sentido de torná-las atraentes ao capital internacional e nacional interessados nos recursos territoriais. Regras e controles econômicos, investimentos infraestruturais e motivações econômicas são criadas visando à maior lucratividade nos processos acumulativos capitalistas” Coelho *et al.* (2017, p. 85).

capitalista de produção desigual do espaço” (Idem, lb. p. 86). Nesse sentido, destaca-se a importância da regulação das atividades mineradoras.

2.2.3 Magnitude da exploração de minério de ferro nas regiões produtoras

O contexto macroeconômico contemporâneo, impulsionado pela globalização, aumentou a vulnerabilidade dos países do sul global devido às desigualdades financeiras, produtivas e tecnológicas. Face aos novos desafios, os países da América Latina expandiram a exploração dos recursos naturais. A consolidação da inserção do Brasil no processo de globalização econômica contou com o crescimento da produção mineral, que pode ser verificado pelos resultados financeiros anuais, sobretudo, ao longo da década que antecedeu o rompimento da barragem de Fundão.

Gráfico 1 – Produção Mineral Brasileira em bilhões de dólares (1994-2014)



Fonte: IBRAM, 2014.

A análise dos dados, feita para o Plano Nacional de Mineração (2030)⁴¹ publicado em 2011, destacou o setor mineral como sendo o mais dinâmico, com crescimento médio anual de 10% a partir da virada do milênio. A participação dos produtos minerais na evolução do saldo da balança comercial reafirmou a importância desse setor econômico na pauta de exportação brasileira:

⁴¹ O Plano Nacional de Mineração (PMN 2030) elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) definiu as diretrizes políticas para o planejamento do setor mineral brasileiro.

A participação de produtos de origem mineral, bens primários e transformados, excluídos o petróleo e gás natural, nas exportações do País, oscilou entre 15% e 30%, de 1978 a 1991, alcançando a média de 20%, no período 1994 a 2008. Nesse mesmo período, o saldo da balança comercial do setor passou de US\$ 1 bilhão para US\$ 17 bilhões (Brasil, PNM-2030, 2011, p. 11).

Por outro lado, observou-se a queda na dinâmica da indústria de transformação, em comparação à extrativa mineral, cujas implicações são negativas para a industrialização, o emprego e a renda no Brasil, ocasionando também perdas de oportunidades relevantes para a economia nacional. A proeminência de bens primários na pauta de exportação brasileira foi denominada por especialistas como processo de “reprimarização” ou “especialização reversa⁴²”, como sublinhou o PMN-2030, nos seguintes termos:

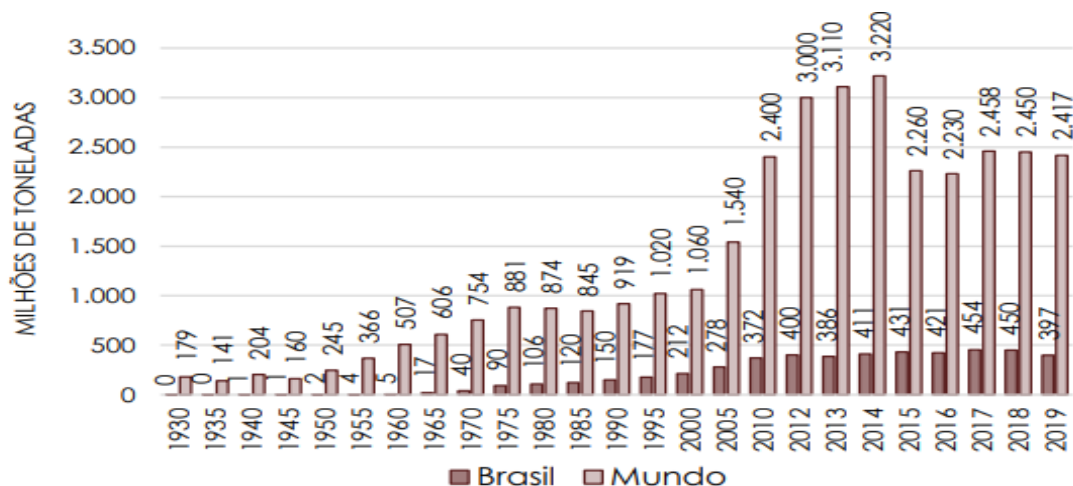
Ao longo da primeira década deste século, o Brasil tem vivenciado um processo que os especialistas chamam de “reprimarização” ou “especialização reversa” de sua pauta de exportações, isto é, com a proeminência de bens primários em detrimento dos bens de média e alta tecnologia. Em 2000, 42% dos bens exportados estavam classificados como *commodities* e bens energéticos, enquanto que os bens de média e alta intensidade tecnológica respondiam por 36%. Em 2008, essas porcentagens passaram para 56% e 27%, respectivamente (Brasil, PNM-2030, 2011, p. 14).

A “reprimarização” é a continuidade do modelo econômico primário-exportador, agora com características de neodesenvolvimentismo e reorganizado em redes globais de produção. A mineração tem se mantido relevante como setor estratégico da economia brasileira, sustentada por fatores como disponibilidade de recursos minerais, demanda mundial por bens minerais, capacidade produtiva, volume das exportações, participação no equilíbrio da balança comercial e estabilidade do PIB nacional. O crescimento da produção mineral, ancorado no mercado internacional globalizado, é visto como estratégico para a expansão do capitalismo no Brasil. No entanto, a análise crítica a esse modelo econômico aponta os impactos socioambientais e a inserção subordinada do Brasil no mercado mundial, destacando a complexidade dessa questão histórica para o País (Santos; Milanez, 2013).

⁴² Sobre a “especialização reversa”, o referido documento destacou: “[...] deve-se diferenciar tecnologia de processo de tecnologia de produto. A primeira diz respeito ao modo de fabricação, que pode ser rudimentar ou fazer uso da mais moderna técnica disponível para a produção de um bem mineral (embora ambos os processos levem a produtos que atendem ao mercado). A pelota feita com finos de minério de ferro, hoje quase uma *commodity*, foi um produto inovador há 60 anos, assim como a extração por solventes foi um processo novo na mesma época; ou uma liga metálica pode trazer, como produto, propriedades inovadoras. O produto de alta tecnologia refere-se, geralmente, a seu caráter inovador, podendo ser composto por materiais às vezes tradicionais, mas com desempenho e funções novas (ex.: celular, fibra ótica, DVD, chip)” (Brasil, PNM-2030, 2011, p. 14).

Importa frisar que, nesse contexto macroeconômico, o minério de ferro alavancou o setor mineral, ressaltando sua importância para a economia brasileira. Desde “os anos 1960, o Brasil já era responsável por 7% das exportações globais de minério de ferro; esta participação aumentou para 25% nos anos 1980 e se estabilizou em torno de 30% depois dos anos 1990” (Milanez, 2017, p. 10). Entre 1996 e 2008, o produto se tornou proeminente na pauta de exportação, representando “[...] quase 90% dos bens minerais primários exportados, em valor monetário” (Brasil, PNM-2030, 2011, p. 11). Com o aumento da produção nas últimas décadas, o país se destacou entre os cinco maiores produtores mundiais de minério de ferro (Austrália, Brasil, China, Índia e Rússia). Os dados a seguir mostram a evolução da produção nacional e mundial, evidenciando a expansão no período entre 2000 e 2015.

Gráfico 2 – Produção Histórica Nacional e Mundial de Minério de Ferro



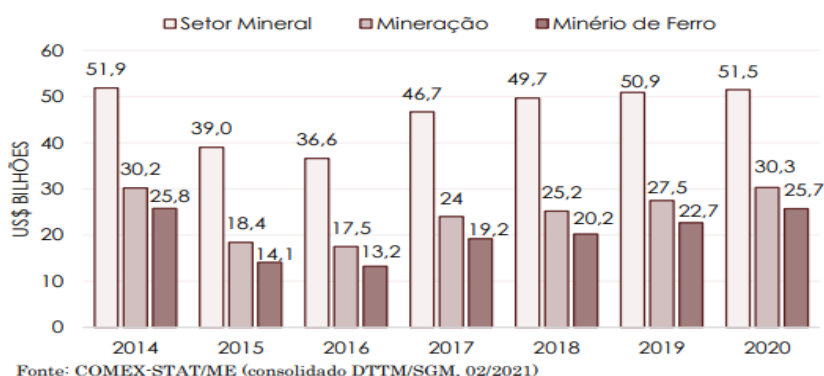
Fonte: SGM (2020), USGS, DNPM/ANM.

Fonte: Boletim do Setor Mineral, 2020.

O Brasil possui 20 bilhões de toneladas das reservas mundiais de minério de ferro, que são estimadas em 180 bilhões de toneladas (Brasil, PNM-2030, 2011, p. 11). A demanda crescente fez do minério de ferro o principal produto de exportação mineral do Brasil. Apesar do aumento na produção, o país não acompanhou o ritmo de crescimento do mercado mundial. Então, em 2011, o Governo brasileiro, por meio do Plano Nacional de Mineração (PNM-2030), estabeleceu a meta de triplicar a produção de ferro até 2030. Essa decisão evidenciou uma estratégia brasileira de desenvolvimento econômico, baseada na reprimarização da pauta de exportações.

Os dados do comércio exterior sobre a exportação mineral brasileira, entre 2014 e 2020, mostram o breve declínio, no momento de retração do consumo internacional de *commodities*, porém a produção de minério de ferro voltou a crescer, mesmo em meio aos grandes desastres em razão do rompimento das barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Gráfico 3 – Comércio exterior: exportação brasileira (2014-2020)



Fonte: Boletim do Setor Mineral, 2020.

A ampliação da produção de minério de ferro consolidou o Brasil como o segundo maior produtor mundial, atrás apenas da Austrália, que mantém larga diferença em volume de produção. Conforme os dados de 2020, a Austrália produziu 56% do minério de ferro consumido no mundo, enquanto o Brasil produziu 18% (Statista, 2023, s/p). Ademais, o produto continua sendo estratégico para a balança comercial brasileira, sendo o terceiro principal na exportação e representando 18,77% dos produtos básicos exportados em 2019 (IBRAM, 2020, p. 38).

Por outro lado, a concentração da pauta de exportação no minério de ferro é um aspecto da política mineral brasileira a ser considerado, devido ao processo de produção intenso e acelerado que tem causado impactos enormes nas regiões produtoras. Ademais, a comercialização também é concentrada, pois a maior parte das vendas é destinada aos mesmos mercados.

Atualmente, a China é o maior importador do minério de ferro brasileiro. O consumo do mercado chinês evoluiu de uma importação de 2%, em 1990, para 59%, em 2009, atingindo 62%, em 2019 (PMN-2030, 2011; IBRAM, 2020). O consumo foi alavancado pela produção de aço, que representou mais de 90% da demanda de

minério de ferro, até a crise de 2008, quando o consumo de produtos de aço cresceu a taxas superiores a 10% (Carvalho *et al.*, 2014).

Por último, mas não menos importante, destaca-se a variação dos preços, por ser um aspecto importante nas estratégias das mineradoras, em virtude da repercussão no valor de suas ações no mercado financeiro. Por exemplo, “entre 2011 e 2016, as ações da brasileira Vale S/A se desvalorizaram 87,2% e os papéis da BHP Billiton, maior mineradora do mundo, caíram 68,4%, de acordo com dados levantados junto às bolsas de Nova Iorque e Londres”⁴³ (Wanderley *et al.*, 2017, p. 3).

No entanto, sobre a variação dos preços, Milanez (2015, p. 15) observou que “o mercado de minério em geral, e do minério de ferro em particular, é caracterizado por um caráter cíclico”. Desse prisma, depreende-se que a alternância entre expansão e retração nos ciclos econômicos seja um fenômeno conhecido pelos agentes da mineração⁴⁴. Assim sendo, a queda de preços no mercado mundial, a partir de 2011, impactou o orçamento das grandes mineradoras, que alteraram o planejamento, adotando estratégias financeiras e comerciais defensivas, passando à fase de desinvestimento, com prioridade para os projetos com vantagens comparativas (Trocate; Coelho, 2020, p. 52). Entretanto, apesar da mudança do cenário no mercado internacional, a Samarco elaborou o seu Plano Decenal 2012-2022 mantendo a estratégia expansionista cujas consequências foram desastrosas.

Em suma, podem ser destacados quatro elementos característicos da mineração, no período de 2000-2015, que contribuem para compreender o contexto do desastre da Samarco. Primeiro, a consolidação da inserção do Brasil no processo de globalização econômica; segundo, a estratégia de desenvolvimento brasileiro, baseada na reprimarização da pauta de exportações; terceiro, a intensificação da concentração e centralização do capital materializado na produção do minério de ferro brasileiro, que acelerou o processo de produção de forma jamais vista; quarto, os efeitos da variação dos preços conhecidos com o *boom e pós-boom das commodities*.

⁴³ Em 2017, o *Mining Global* classificou as maiores mineradoras do mundo segundo o valor de mercado: 1º BHP Billiton (87,86); 2º Rio Tinto (73,79); 3º China Shenhua (62,4); 4º Glencore (51,37); 5º Vale (40,17). Critérios de classificação (capacidade de produção e valor de mercado).

⁴⁴ Os ciclos econômicos decenais foram analisados pelo médico e estatístico francês Clément Juglar em estudos publicados, tais como: *Des crises commerciales* (1856), publicado no *Annuaire de l'économie politique*; *Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre, et aux Etats-Unis* (1862).

Os impactos positivos e negativos da produção intensa e acelerada de minério de ferro são mais evidentes nas principais regiões produtoras: Quadrilátero Ferrífero (MG), Província Mineral de Carajás (PA) e região de Corumbá (MS). Segundo o PNM-2030 (2011), a produção está majoritariamente concentrada em Minas Gerais (69%) e Pará (27,2%).

O Quadrilátero Ferrífero⁴⁵, espaço geográfico localizado no centro-sul do estado de Minas Gerais, onde se concentra a maior produção mineral desde o século 17, destaca-se na economia mineral por ser o berço da mineração e produzir mais de 60% do minério de ferro brasileiro, que é transportado por ferrovias e minerodutos até os portos marítimos capixabas: Porto de Tubarão, no município de Vitória (capital do estado do Espírito Santo), e Porto de Ubu, no município de Anchieta, litoral do estado do Espírito Santo.

É também no Quadrilátero Ferrífero que estão as principais companhias mineradoras. Entre elas, a Vale S/A, que se sobressaiu com a produção total de 190Mt, em 2013, tendo como principais territórios produtivos: o Complexo Itabira, as Minas Centrais, as Minas do Oeste, o Complexo de Mariana e o Complexo de Alegria, que é explorado pela sociedade BHP Billiton/Vale e operado pela *joint venture* Samarco Mineração S.A.

A mineração e a consequente fabricação de aço são essenciais para a produção dos bens consumidos na sociedade moderna. No entanto, a mineração gera grandes volumes de rejeitos, o que é inerente ao beneficiamento do minério extraído. O problema maior dessas atividades está na regulação e gestão das barragens de rejeitos, cujas falhas representam riscos para pessoas, comunidades, bens e o meio ambiente. Desde o limiar do século 21, os riscos das barragens de rejeitos se tornaram mais evidentes. A expansão de megaprojetos de extração e exportação de bens naturais sem valor agregado intensificou esses riscos. Esse problema é exacerbado pela globalização, que amplia a desigualdade entre as economias do chamado Norte Global e as do Sul Global, subordinando as últimas às primeiras. Portanto, trata-se de uma questão que vai além da economia local, abrangendo também dimensões

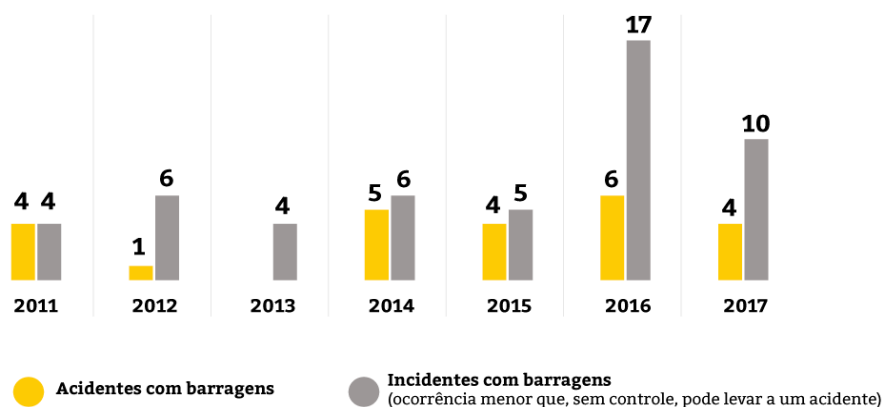
⁴⁵ Quadrilátero Ferrífero é uma área que encerra a província geológica a qual contém terrenos pré-cambrianos ricos em ferro e outros minerais, localizada no centro-sul do estado de Minas Gerais. Nesse Quadrilátero, encontram-se duas bacias hidrográficas importantes: a do Rio das Velhas e a do Rio Doce (Coelho, *et al.* 2017, p. 97). A área do Quadrilátero é de aproximadamente 12.000 mil quilômetros quadrados, localizada entre Ouro Preto, a sudeste, e Belo Horizonte, a noroeste (SEDE, 2020, p. 49).

políticas e institucionais no mercado global. No âmbito das atividades de mineração, há o predomínio das corporações multinacionais, que se organizam por meio de Rede Global de Produção, o que implica o aumento das assimetrias nas relações com os poderes nacionais e locais (Henderson *et al.* 2011; Santos e Milanez, 2017; Gonçalves e Milanez, 2019; Svampa, 2018).

Assim, no limiar do século 21, a mineração ocupa uma posição estratégica para a sociedade industrial moderna globalizada. Em termos de tecnologias de extração, caracteriza-se pelo modelo neoextrativista, que é mais invasivo e intensivo (Gudynas, 2015, p. 22-30). É nesse contexto que o Brasil consolida sua posição no mercado global de mineração, expandindo significativamente sua produção, porém sem considerar adequadamente os riscos e conflitos gerados pela produção acelerada do minério de ferro (Wanderley, 2017).

Essa expansão da produção de minério de ferro, seguida por uma retração econômica, aumentou o risco de desastres na mineração brasileira⁴⁶. De acordo com Fonseca (2019), apoiado em dados da Agência Nacional de Água (ANA), entre 2011 a 2017, foram constatados 24 acidentes e 52 incidentes em barragens de mineração, no Brasil. Em média, 03 desastres e 07 incidentes ao ano.

Gráfico 4 – Registros de Acidentes e Incidentes em Barragens de Mineração Brasileiras



Fonte: Bruno Fonseca, Agência Pública, 2019.

⁴⁶ Freitas *et al.*, (2016, p. 26), com dados do DNPN, avaliou a gravidade dos riscos de barragens, nos seguintes termos: “o Brasil possui 662 barragens e cavas exauridas com barramento distribuídas em 164 municípios pelo país, destas 80% são classificadas, pela categoria de risco, como sendo de baixo risco de desastres (mesma classificação da barragem de Fundão) e apenas 5% como de alto risco. Se considerarmos que o desastre da Samarco é não só uma fratura exposta das falhas na gestão de riscos de barragens por parte da empresa, mas também das frágeis políticas e instituições existentes para a redução de riscos, podemos considerar que temos um grande conjunto de sérias ameaças e riscos de desastres em barragens de mineração espalhado pelo país”.

Destaca-se, também, a pesquisa de Cota *et al.*, (2020), que identificaram 250 rompimentos de barragens de rejeitos de minério, entre 1910 e 2019, com um aumento significativo de casos no Brasil. A maioria desses eventos ocorreu entre as décadas de 1960 e 1980. No entanto, a partir do século 21, houve uma mudança na localização dos desastres, que passaram a ocorrer mais frequentemente na América do Sul e na Ásia, em vez da Europa. Além disso, os autores sublinharam que:

O Brasil ainda apresenta uma legislação pouco eficaz e permissiva aos interesses das grandes mineradoras, bem como atitudes duvidosas de membros da classe política alinhados ao setor minerário. Entretanto, os recentes desastres nacionais têm forçado uma mudança desse cenário (Cota *et al.*, 2020, p. 386).

O rompimento de barragens de rejeitos de mineração tem se tornado cada vez mais recorrente, além de possuir maior intensidade e abrangência. Nos últimos vinte anos, em Minas Gerais, sucederam-se desastres com repercussão cada vez maior⁴⁷: Mineração Rio Verde (Nova Lima, 2001), Mineração Rio Pomba Cataguases (Miraí, 2007), Mineração Herculano (Itabirito, 2014), Samarco Mineração (Mariana, 2015) e Vale S.A. (Brumadinho, 2019). A gravidade desses fatos tem instigado os pesquisadores a compreender esse fenômeno⁴⁸. Por isso, o rompimento de barragens de rejeitos de mineração tornou-se tema de destaque nos estudos sobre riscos socioambientais.

2.3 DESAFIOS DO RISCO DE DESASTRES TECNOLÓGICOS

Historicamente, as ações em relação aos desastres eram centradas na resposta emergencial. No final do século 20, prevaleceu o consenso internacional de

⁴⁷ Conforme notícias de jornais, nomeadamente o jornal O Tempo (2015) de Minas Gerais.

⁴⁸ Em outros países também foram registrados grandes desastres em mineração. “Em agosto de 2014 ocorreu o “desastre de Mount Polley” na Colúmbia Britânica (Canadá), causado pelo rompimento da barragem de rejeitos de mineração da Imperial Metals Corporation (Marshall, 2018). Trinta anos antes, na província de Trento, na Itália, em 19 de julho de 1985, deu-se o rompimento da barragem de rejeitos de mineração da Prealpi Mineraria, provocando a morte de 268 pessoas e a devastação do vale de Val di Stava, onde se situava o povoado destruído pela lama de rejeito. Nesse desastre o dreno deixou de funcionar, porém continuou o bombeamento de água para a represa, ocorrendo a liquefação na sua base até que se deu o rompimento (Tosatti, 2007). Nos dois casos, a investigação constatou que as empresas operavam com uma margem de segurança muito pequena, ou melhor, com altos níveis de estresse sobre as estruturas” (Espíndola, 2019, p. 1).

antecipar e reduzir o risco de desastres. Essa definição resultou dos avanços na compreensão do fenômeno, com destaque para o reconhecimento de que os desastres não são naturais, embora existam os perigos oriundos dos fenômenos da natureza.

Os desastres têm origem em perigos gerados pela dinâmica dos fenômenos da natureza (geológicos, hidrometeorológicos e biológicos), ou são induzidos por processos humanos (degradação ambiental e perigos tecnológicos), conforme o Marco de Ação de Hyogo (ONU, 2005 - tradução da autora). O conceito de perigo abrange os processos, fenômenos ou atividades humanas que podem causar perda de vida, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos materiais, sociais e perturbação econômica ou degradação ambiental (UNDRR, 2020, s/p).

Os riscos de desastres tecnológicos aumentaram a partir da Revolução Industrial (século 18), afetando a extração de matéria-prima, produção industrial, armazenamento, transporte e manejo de produtos perigosos. No Brasil, em se tratando de desastres na mineração, houve desmoronamentos na extração mineral em Minas Gerais, nos séculos 18 e 19, como o desastre da Mina de Morro Velho, em 1886, que soterrou centenas de trabalhadores. A empresa proprietária, *Saint John Del Rey Mining Company*, tinha 1.154 trabalhadores escravos e livres em 1884 (Trocate; Coelho, 2020, p. 21).

De acordo com Freitas *et al.*, (2023)⁴⁹, até a década de 1970, os acidentes industriais mais graves ocorreram principalmente na Europa e nos EUA. No Brasil, o primeiro acidente industrial registrado foi na refinaria de petróleo, em Duque de Caxias, nos anos de 1970. A partir da redemocratização, nos anos 1980, um conjunto de ações e políticas implementadas contribuiu para aprimorar a formulação conceitual sobre os acidentes industriais. Mais recentemente, os riscos e impactos dos acidentes e desastres tecnológicos têm se ampliado, em magnitude e intensidade. Além disso, se expandiram além das empresas, afetando populações e o meio ambiente, muitas

⁴⁹ De acordo com Freitas *et al.* (2023, p. 2-3), “os desastres de origem tecnológica são definidos internacionalmente como *acidentes maiores* e, no Brasil, como *acidentes industriais ampliados*”. Segundo os autores, o conceito “desastres tecnológicos” concerne à origem do tipo de perigo/ameaça, enquanto “acidentes maiores” têm como foco principal a abrangência dos impactos. O conceito “acidentes industriais ampliados”, emerge no contexto brasileiro e também se refere à abrangência dos impactos.

vezes, situados bem distante do local do desastre⁵⁰.

Outro aspecto ressaltado pela literatura é que a temporalidade dos danos causados também se prolonga segundo o tipo de risco (radioatividade, metais pesados, produtos químicos, dentre outros). Por essa razão, os impactos, danos e prejuízos oriundos de riscos antrópicos remetem ao debate sobre a vulnerabilidade social e institucional, especialmente no campo das relações políticas, devido às condições extremamente assimétricas entre os que sofrem os efeitos diretos e as grandes empresas que atuam no mercado global (Freitas *et al.*, 2023).

As investigações sobre as causas e consequências dos desastres de origem antrópica ampliaram a compreensão no que concerne aos problemas decorrentes do agravamento de riscos e perigos e dos processos macroestruturais de exposição e vulnerabilidade que resultam da sociedade industrial de massas. O problema dos riscos antrópicos, produzidos a partir dos processos de industrialização e da conformação da era moderna, vem sendo discutido desde as últimas décadas do século passado. Ulrich Beck, em sua obra “Sociedade do Risco” (2011), aprofundou a natureza desses riscos, elevando-os à condição de um novo princípio organizador da sociedade global. Os riscos, como resultado do progresso tecnológico e científico, são infinitamente reproduzíveis pela lógica da expansão capitalista. Portanto, são elementos constitutivos da economia e afetam a sociedade local, nacional e internacional. Eles abrem um espaço moral e político para uma nova cultura de responsabilidade civil que transcenda as fronteiras dos conflitos nacionais.

Ademais, há os riscos invisíveis que causam danos irreversíveis e dependem de interpretações causais. Por isso, o conhecimento adquire nova relevância política em termos de possibilidade de prevenção. A consciência em relação aos riscos fabricados amplia a capacidade de antecipação do futuro e possibilita inverter a lógica vigente que pressupõe o passado interferindo no presente. Socialmente, os riscos fabricados provocam uma experiência universal de vulnerabilidade que pode aguçar a responsabilidade mútua de uns pelos outros, até mesmo pela própria sobrevivência.

⁵⁰ A Diretiva Seveso (82/501/CEE), de 1982, na União Europeia, definiu esses eventos, em seu Artigo 1º, item C, como “acidentes maiores”, nos seguintes termos: “um acontecimento tal como uma emissão, um incêndio ou uma explosão de carácter grave, relacionado com um desenvolvimento incontrolado de uma atividade industrial, provocando um perigo imediato ou retardado, grave para o homem, tanto no interior como no exterior do estabelecimento industrial, e/ou para o ambiente, e que envolva uma ou mais substâncias perigosas (p. 229)”, conforme Freitas *et al.*, (2023, p. 2-3).

Uma das partes polêmicas da tese de Beck é o pressuposto da transversalidade social dos riscos, ou seja, as diferentes classes e grupos sociais vivem sob os mesmos riscos globais. Teoricamente, os males seriam igualmente distribuídos. Mas não é o que se vê. Algumas regiões e populações sofrem danos mais violentos do que outras.

Os riscos e desastres globais abalaram a sociedade industrial clássica, deslocando-a dos contornos da modernidade⁵¹. Com isso, surgiu uma nova forma, denominada “sociedade (industrial) de risco”, cuja configuração está fundamentada na análise de Beck (2011, p. 12) sobre “as oposições entre modernidade e sociedade industrial e entre sociedade industrial e sociedade de risco”. Para o autor, os riscos gerados pela sociedade industrial se relacionam com o lado reflexivo da modernização, cujos efeitos cumulativos abalaram a crença na capacidade de controle pelas instituições.

As “incertezas fabricadas” representam novos tipos de riscos centrais na sociedade contemporânea, criados pelas próprias sociedades e inerentes à condição humana, portanto inevitáveis para os indivíduos. Segundo Beck (2011, p. 363), “a percepção dessas incertezas rompe com o passado, com os riscos vividos e com as rotinas institucionalizadas; elas são incalculáveis, incontrolláveis e, em última análise, não mais (privativamente) asseguráveis”.

O rompimento de barragens de rejeitos de mineração ilustra as “situações sociais de ameaças”, conforme o entendimento de Beck (2011, p. 27). Trata-se de desastres que causam múltiplos e complexos danos os quais atingem a população em abrangência e intensidades distintas. Além disso, há o desconhecimento da população quanto aos riscos invisíveis, subsequentes, que ampliam e alongam no tempo o sofrimento dos atingidos.

Um dos aspectos das incertezas fabricadas globalmente é a “deslocalização”, pois suas causas e consequências não se limitam a um local ou a um espaço geográfico (Beck, 2011, p. 363). É ilustrativo o caso do rompimento da barragem de

⁵¹ De acordo com Beck (2011, p. 23), “modernização significa o salto tecnológico de racionalização e a transformação do trabalho e da organização, englobando, para além disso, muito mais: a mudança dos caracteres sociais e das biografias padrão, dos estilos e formas de vida, das estruturas de poder e controle, das formas políticas de opressão e participação, das concepções de realidade e das normas cognitivas. O arado, a locomotiva a vapor e o *microship* são, na concepção sociocientífica da modernização, indicadores visíveis de um processo de alcance muito mais profundo, que abrange e configura toda a trama social, no qual se alteram, em última instância, as fontes da certeza das quais se nutre a vida (Koselleck, 1977; Lepsius, 1977; Eisenstadt, 1979)”.

Fundão, cuja abrangência dos impactos foi multiescalar, inclusive, comunidades inteiras foram transferidas, como ocorreu com a população do distrito de Bento Rodrigues, em Mariana.

Beck (2011, p. 363) acrescentou que “incalculabilidade” é outro aspecto das incertezas fabricadas. Isso porque as consequências, em princípio, são baseadas em incógnitas científicas e dissensos normativos, ou seja, concretamente trata-se de riscos “hipotéticos” ou “virtuais”. Depreende-se que se fala de críticas à ciência e ao progresso tecnológico, por meio das quais o autor destacou os riscos irreversíveis produzidos pelo modelo industrial atual, como a radioatividade e os poluentes que contaminam o meio ambiente, cujas consequências são incalculáveis. Ele ressaltou que a sociedade industrial moderna calcula esses riscos com base em interpretações técnicas sob o controle do comando sociopolítico. Na modernidade tardia⁵², “a produção social da riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos (Beck, 2011, p. 23). Esses riscos também são oportunidades de mercado. A sociedade do risco envolve disputas sobre a extensão e urgência dos riscos, favorecendo os jogos da informação e comunicação que encobrem e revelam os grandes perigos (Idem, p. 56).

O terceiro aspecto das incertezas fabricadas, segundo Beck (2011), é a “não-compensabilidade”, que se refere à reconfiguração das relações sociais e econômicas na sociedade de risco. No século 19, a modernidade europeia sonhava com a segurança baseada na utopia científica de controlar os perigos e as consequências arriscadas. No entanto, a antecipação de catástrofes globais abalou esses fundamentos. O autor argumentou que os riscos reconhecidos socialmente podem ter um potencial político explosivo, transformando questões como desmatamento e poluição em temas políticos. Para Beck (2011, p.364), “os riscos globais se tornaram a categoria organizadora central tanto no âmbito público quanto no pessoal”. Portanto, a prevenção e o manejo podem implicar a reorganização do poder e da responsabilidade:

A consciência do risco global cria espaço para futuros alternativos, modernidades alternativas! A sociedade mundial de risco nos obriga a reconhecer a pluralidade do mundo que a visão nacionalista podia ignorar.

⁵² Modernidade tardia é uma abordagem teórica sustentada por Anthony Giddens, Scott Lash, Ulrich Beck, entre outros, que analisaram as grandes transformações ocorridas no final do século 20 como continuidade dos marcos da modernidade na sociedade contemporânea em contraposição aos fundamentos teóricos dos pensadores da pós-modernidade.

Os ricos globais abrem um espaço moral e político que pode fazer surgir uma cultura civil de responsabilidade que transcenda as fronteiras e os conflitos nacionais. A experiência traumática de que todos são vulneráveis e a decorrente responsabilidade pelos outros, até para a sua própria sobrevivência, são os dois lados da crença no risco mundial (Beck, 2011, p. 364).

Todavia, apesar de o livro de Ulrich Beck, “Sociedade de Risco: Rumo a uma Outra Modernidade” (2011), ter chamado atenção para os riscos produzidos pela sociedade industrial moderna, ele recebeu várias críticas ao longo dos anos. Segundo Mendes (2015), críticos apontaram que Beck tende a generalizar os riscos, tratando-os como universais e aplicáveis a todas as sociedades sem considerar as variações culturais e contextuais. Outros pontuaram a ambiguidade conceitual, relativa à falta de clareza e precisão em alguns dos conceitos-chave, como “modernização reflexiva” e “sociedade de risco”, o que pode levar a interpretações variadas e confusas. Determinismo tecnológico é outra crítica, pois acusaram-no de sugerir que o desenvolvimento tecnológico inevitavelmente leva a riscos globais, sem considerar a capacidade das sociedades de gerenciar e mitigar esses riscos. Por fim, que ele focaliza os aspectos negativos e catastróficos da modernidade, negligenciando os avanços e benefícios que o desenvolvimento tecnológico e científico também proporciona (Mendes, 2015; Granjo, 2006).

Em síntese, o debate sobre os riscos de desastres tecnológicos decorrentes da sociedade industrial moderna, bem como os limites dessa perspectiva analítica, colocou o tema na agenda internacional. Outras abordagens introduziram novas problematizações acerca dos riscos contidos na ordem industrial moderna como efeito dos processos de expansão do capitalismo na era da globalização. No caso, o empreendimento de pesquisa desta tese visou compreender os componentes da vulnerabilidade político-institucional presente no licenciamento e fiscalização da barragem de Fundão.

2.3.1 Desastres e risco de desastres

É importante ressaltar que o estudo sistemático dos desastres começou no início do século 20, com o primeiro estudo significativo realizado pelo sociólogo

canadense Samuel Prince em 1917. O tema dos desastres é interdisciplinar, envolvendo áreas como meteorologia, geologia, engenharia e ciências humanas. As pesquisas contemporâneas buscam entender as causas dos desastres e desenvolver formas de prevenção, mitigação, preparação, resposta, recuperação e reconstrução das comunidades afetadas. A literatura destaca a imprevisibilidade dos desastres, os efeitos negativos e os danos sociais que causam (Marchezini, 2018, Rodrigues *et al.*, 2015; Ferreira, *et al.* 2021)

No Brasil, o debate sobre desastres é recente, apesar do aumento significativo das ocorrências. Em 2003, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) criou um dos primeiros grupos de estudo sobre Sociologia dos Desastres⁵³. Em 2014, uma pesquisa no Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq encontrou 17 grupos de investigação sobre desastres, a maioria criada após 2008, predominando nas áreas de Geociências e Engenharias (Rodrigues, *et al.* 2015, p. 64).

Os desastres são vistos por alguns como decorrentes de causas naturais inevitáveis, enquanto outros atribuem sua origem às ações humanas. O debate resultou na classificação dos desastres em duas categorias: naturais e tecnológicos. Para Mattedi (2017, p. 262), a visão moderna da natureza se faz presente na preocupação sociológica com os desastres naturais, mas também na forma de selecionar os dispositivos de segurança e risco. A concepção vigente se evidencia na maneira como as questões ambientais, tecnológicas, alimentares e sanitárias são inseridas nos processos relativos ao desenvolvimento de informações, discursos, normas, crenças e ferramentas.

Quarantelli (2015) destacou a necessidade de uma melhor compreensão conceitual para melhorar a coleta e análise de dados sobre desastres. Ele definiu desastres como fenômenos sociais mundiais, com duas noções principais: “(1) os desastres são fenômenos sociais inerentemente, e (2) a origem dos desastres se encontra na estrutura social ou no sistema social” (Idem, p. 37).

A primeira noção sublinha que os desastres são fenômenos sociais inerentemente, porque as delimitações temporais e espaciais são bem definidas e exprimem as condições que precedem o impacto. São considerados fenômenos que

⁵³ Inicialmente, foi denominado como Grupo de Estudos e Pesquisas em Desastres (GEPED). Em 2005, institucionalizou-se junto ao Departamento de Ciências Sociais (DCSo) como Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres (NEPED).

se encontram na estrutura social, porque ocorrem em espaços sociais definidos, tanto em nível microssocial (interações entre pessoas) quanto macrossocial (interações entre instituições sociais).

A segunda noção chama atenção para a responsabilidade das instituições em relação à origem dos desastres. Desse ângulo, ele afirmou que “a fonte ou origem dos desastres se encontra no próprio sistema no qual eles aparecem” (Quarantelli, 2015, lb. p. 42). Isso porque ele considerou que os desastres são manifestações das vulnerabilidades da sociedade, ou seja, das deficiências existentes nas estruturas ou nos sistemas sociais. Desse modo, avaliou que “não é apropriado falar de desastres ‘naturais’ como se pudessem existir fora das ações e decisões dos seres humanos e suas sociedades” (Idem, p. 41).

Com uma linha de argumentação semelhante, a socióloga brasileira Norma Valencio abordou o papel do Estado, ao definir que “desastre é, antes de tudo, o fenômeno de constatação pública de uma vulnerabilidade na relação do Estado com a sociedade diante do impacto de um fator de ameaça que não se conseguiu, a contento, impedir ou minorar os danos e prejuízos” (Valencio, 2009, p. 5).

Desse ponto de vista, Soriano e Valencio (2009, p. 147) analisaram outro aspecto não menos importante, que é a insegurança decorrente dos desastres. A sociedade atual vive num ambiente de riscos bem maiores que a cultura de segurança consegue resolver. Aparentemente, os sistemas criados são bem ordenados e gerenciáveis, porém um dos aspectos da insuficiência da cultura de segurança é a ausência de conhecimento e de monitoramento sobre determinado fator de ameaça que permita a atuação preventiva. Enfatizaram que a cultura de segurança requer a “internalização dos riscos e uma nova forma de relação entre as instituições, os sistemas peritos e a população, que se configuraria numa das questões fundamentais para a modernização reflexiva” (Soriano; Valencio, 2009, p. 148).

O risco de desastre é um tema recente. Em seu estudo sobre os riscos, Beck (2011) ressaltou que as catástrofes globais abalaram a sociedade industrial clássica, deslocando-a dos contornos iniciais da era moderna. Destacou a emergência de riscos cada vez mais diversificados e enfatizou a proliferação das forças destrutivas multiescalares, que desafiam as instituições responsáveis pelo controle e proteção social. Ele identificou três tipos de incertezas futuras: as ameaças, que são os perigos

e inseguranças encontrados desde os primórdios da humanidade, os quais ainda estão presentes (doenças, epidemias e guerras); os riscos, que são incertezas específicas, podendo ser determinadas por cálculos probabilísticos amparados por seguros e compensação monetária (incertezas específicas calculáveis); e as incertezas fabricadas, que são novos tipos de riscos os quais estão no centro das sociedades de risco, imanentes à sociedade humana, portanto inevitáveis individualmente (novos riscos incontroláveis e incalculáveis). Essas incertezas futuras são distintas, mas interligadas, desafiando as instituições de controle e proteção social (Beck, 2011, p. 362-363).

Em resumo, o estudo dos desastres e dos riscos associados é repleto de controvérsias. A diversidade de conceitos, abordagens, caracterizações e tipologias alimenta os debates sobre o fenômeno. Um exemplo é a visão de Quarantelli (2015) sobre os riscos de desastres. Ele argumentou que considerar os riscos como causadores diretos de desastres é um equívoco; o perigo é um fator, mas não é necessariamente o elemento mais importante. Para o autor, entender um desastre requer identificar as vulnerabilidades e reconstruir as fragilidades que levaram ao evento.

2.3.2 Estratégias para prevenção do risco de desastres entre 2000-2015

A noção de reduzir o risco de desastres é recente. Até a década de 1970, as instituições atuavam, sobretudo, nas consequências do problema. Na década de 1990, sob a coordenação das Nações Unidas, a redução do risco de desastre entrou na agenda mundial, por meio de acordos internacionais voluntários, não vinculativos, que recomendam ações e metas a serem alcançadas pelos países. Desde então, foram firmados três acordos, sendo eles: A Estratégia de Yokohama para um Mundo mais Seguro: Diretrizes para a prevenção, resposta e mitigação de desastres naturais e seu Plano de Ação (1994-2004); o Marco de Ação de Hyogo (2005-2015); e o Marco de Sendai (2015-2030), que incluiu os riscos antrópicos na estratégia internacional.

Desde 1990, a estratégia internacional destacou os riscos oriundos dos fenômenos da natureza e centrou esforços na preparação para os casos de desastres e na redução da vulnerabilidade por meio da criação e fortalecimento de mecanismos, planos e programas para mitigação dos danos, sistema de alerta precoce, resposta durante o desastre e recuperação após o evento desastroso. Em âmbito internacional, foram criados vários fóruns temáticos para o aprofundamento teórico e político-institucional, considerando as particularidades do fenômeno⁵⁴.

Apesar dos esforços para reduzir o risco de desastres, a avaliação das ações de Hyogo mostrou que, entre 2005 e 2015, os desastres continuaram aumentando e causando grandes prejuízos ao bem-estar e segurança de pessoas, comunidades e países. Os dados evidenciaram que “mais de 700 mil pessoas perderam a vida, mais de 1,4 milhão de pessoas feridas e cerca de 23 milhões ficaram desabrigadas em consequência de desastres” (Sendai, 2015, p. 4). No total, mais de 1,5 bilhão de pessoas foram afetadas por desastres, de várias maneiras. A avaliação constatou que “[...] a exposição de pessoas e ativos em todos os países cresce mais rapidamente do que a redução da vulnerabilidade, gerando novos riscos e um aumento constante em perdas por desastres” (Idem).

Tendo em conta o desafio da redução do risco de desastre, o escopo de atuação foi ampliado no Marco de Sendai (2015, p. 6):

O presente marco se aplica aos riscos de pequena e grande escala, frequentes e infrequentes, súbitos e lentos, de causa natural ou humana, bem como aos riscos e perigos ambientais, tecnológicos e biológicos. Ele tem como objetivo orientar a gestão do risco de desastres para vários perigos no desenvolvimento em todos os níveis, nos âmbitos intra e intersectorial.

Essa definição é particularmente relevante por considerar os efeitos multiescalares, local e global. Nesse sentido, o novo desafio consiste em intermediar e coordenar as ações para construir espaços mais amplos de compreensão do risco em todas as suas dimensões, agregando os responsáveis pela tomada de decisão

⁵⁴ A implementação do Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) buscou reforçar as capacidades de gestão do risco de desastres, por meio dos mecanismos internacionais de consultoria estratégica, coordenação e construção de parcerias para a redução do risco de desastres. Ampliou a atuação dos mecanismos internacionais na conscientização pública e institucional, tais como a Plataforma Global para a Redução do Risco de Desastres e as plataformas regionais para a redução do risco de desastres, bem como outros fóruns internacionais e regionais pertinentes para a cooperação e o desenvolvimento de políticas e estratégias visando ao avanço do conhecimento e da aprendizagem mútua, conforme o documento oficial do Marco de Sendai (2015, p. 4).

nas diferentes escalas, com vista à mudança de comportamento em relação à redução dos riscos existentes e à criação de novos riscos.

A compreensão do risco de desastres se tornou a primeira prioridade da estratégia internacional para redução de desastres. O Marco de Sendai recomendou que “[...] as políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara sobre o risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente” (ONU, 2015, p. 10). Agregou-se ainda que a conferência sobre desenvolvimento sustentável, realizada em 2012, foi um apelo para que os temas da redução do risco de desastres fossem integrados pelos países. Afinal, o aumento dos desastres compromete o desenvolvimento sustentável, devido aos impactos sobre a economia, a sociedade, a saúde, a cultura e o meio ambiente.

Embora o Brasil seja signatário desses acordos internacionais, as estratégias e ações recomendadas não são implementadas com celeridade para alcançar o cumprimento das metas estabelecidas. Por conseguinte, os desastres têm sido cada vez mais frequentes e, especificamente na mineração, os desastres e os riscos aumentaram de modo significativo.

É importante destacar, ainda, que o segundo acordo internacional para redução do risco de desastres entrou em vigência no início do século 21, quando “[...] as economias dos países da América Latina passaram a viver uma fase de positividade; de extraordinária rentabilidade; de multiplicação dos megaprojetos; dos conflitos ambientais; e da exacerbação do neoextrativismo” (Zorzal, 2020, p. 231). O período foi marcado pela elevação dos preços das *commodities* minerais, na primeira década, seguida de retração do consumo mundial de minério, na segunda década.

Esse contexto, então, acaba por contribuir para o aumento dos desastres na mineração de ferro, tendo em vista que “[...] as mineradoras, neste cenário, centram suas ações estratégicas na lucratividade, na redução dos custos de produção, na ampliação das escalas de produção e de produtividade, as quais se tornam muito mais agressivas no contexto de queda dos preços das *commodities*” (Zorzal, 2020, p. 239).

A Terceira Conferência, realizada entre 14 e 18 de março de 2015, contou com participação de representantes de 187 países, que aprovaram o documento Marco de Sendai ou Estrutura de Sendai, vigente para o período de 2015-2030. O processo

preparatório da conferência teve uma metodologia complexa e abrangente, que envolveu vários fóruns representativos de diferentes regiões do mundo⁵⁵. A inclusão dos riscos antrópicos na agenda internacional constituiu uma diferença relevante nas diretrizes de Sendai. Antes, a atenção era voltada para o risco de desastres naturais. Na edição do Marco de Sendai foram incluídos todos os tipos de riscos de desastres. A seguir, o objetivo principal da conferência:

Prevenir novos riscos e reduzir o risco de desastres existente, implementando medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação, e, assim, aumentar a resiliência (ONU, 2015, p. 07).

Nota-se que o objetivo se subdivide em três intenções, evocadas pelos verbos prevenir, reduzir e aumentar. A redução do risco é a intenção mais evidenciada; porém a prevenção de novos riscos e a preparação para resposta e recuperação são igualmente fundamentais no aumento da resiliência⁵⁶. As três intenções específicas estão conectadas pelos resultados esperados, tal como explica o Grupo de Trabalho Intergovernamental de Experts (2016, p. 17): “[...] a redução do risco de desastres visa prevenir novos riscos, reduzir os riscos existentes e gerenciar os riscos residuais⁵⁷, todos os quais contribuem para o fortalecimento da resiliência e, conseqüentemente, para a realização do desenvolvimento sustentável” (ONU, 2016, p. 17).

O objetivo aponta medidas integradas e inclusivas a serem implementadas em onze áreas específicas, através de uma abordagem multissetorial⁵⁸. A maneira de

⁵⁵ As atividades preparatórias da Terceira Conferência Mundial sobre Riscos de Desastres começaram em 2013, envolvendo consultas a diversas partes interessadas, incluindo plataformas regionais e globais da África, Américas, Ásia, Pacífico, Estados Árabes e Europa. Também foram considerados os relatórios de países e avaliações bienais (2009, 2011, 2013). O processo contou com a participação de mais de 60 altos funcionários e representantes de vários setores, resultando no documento “Elementos Propostos para Consideração no Marco Pós-2015 para a Redução do Risco de Desastre” (UNISDR, 2013).

⁵⁶ Resiliência é definida como: “Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais” (UNISDR, 2009); Terminologia sobre a Redução de Risco de Desastres do UNISDR – 2009, Genebra, maio de 2009 (<http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>) (ONU, 2015, p. 3).

⁵⁷ Risco residual foi definido pelo Grupo de Trabalho como: “*El riesgo de desastre que se mantiene de forma no gestionada, aunque se hayan puesto en pie medidas eficaces de reducción del riesgo de desastres, y respecto del que deben mantenerse las capacidades de respuesta de emergencia y de recuperación. Comentario: La presencia de un riesgo residual implica una necesidad constante de desarrollar y sostener las capacidades efectivas de los servicios de emergencia y de preparación, respuesta y recuperación, junto con políticas socioeconómicas como las redes de protección social y los mecanismos de transferencia del riesgo, como parte de un enfoque integral*” (ONU, 2016, p. 17).

⁵⁸ Segundo Almeida et al. (2019), a Abordagem Multissetorial é adotada pelos organismos das Nações Unidas nos processos globais de escuta dos diferentes segmentos e suas áreas de atuações

implementar esse acordo está detalhada no item sete do documento, que recomenda uma abordagem ampla e centrada nas pessoas cujas práticas [...] “precisam ser multissetoriais e orientadas para uma variedade de perigos, devendo ser inclusivas e acessíveis para que possam se tornar eficientes e eficazes” (ONU, 2015, p. 5). Tal como observou a Defesa Civil brasileira, o acordo tem ampla aplicabilidade:

Com este *Quadro de Sendai*, o âmbito da redução de risco de catástrofes passou a ser mais amplo, com uma gestão das catástrofes a partir de uma abordagem multirrisco e multissetorial e a inclusão de riscos que não foram suficientemente discutidos ou explicitamente mencionados no *Quadro de Ação de Hyogo*. Aplica-se agora aos riscos de pequena e grande escala, de frequência intensa ou eventual, catástrofes súbitas e progressivas, causadas por riscos naturais e por ação antrópica, bem como aos riscos e perigos ambientais, tecnológicos e biológicos relacionados (PROCIV, Nº 84, 2015, p. 10).

São quatro as áreas prioritárias para alcançar os objetivos do Marco de Sendai:

(1) Compreensão do risco de desastres; (2) Fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres; (3) Investimento na redução do risco de desastres para a resiliência; (4) Melhoria na preparação para desastres, a fim de providenciar uma resposta eficaz, que propicie a recuperação, reabilitação e reconstrução.

O Marco de Sendai recomenda que “as políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara do risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente” (UNISDR, 2015, p. 10).

2.3.3 Desafios político-institucionais da normativa brasileira sobre desastres

A definição de desastres quanto à origem do fenômeno considera as causas naturais, humanas ou antropogênicas e mistas. Recentemente, a Lei Federal 14.750/2023, art. 2º, Inciso V, definiu desastre como “resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações

específicas. Os métodos multissetoriais se tornaram predominantes desde 1992, na Cúpula Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO/92), que alertou o mundo para vários problemas e pautou a sustentabilidade.

vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais”. Essa lei alterou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) para melhorar os instrumentos de prevenção, recuperação de áreas degradadas, monitoramento de riscos e produção de alertas antecipados. Trata-se de mudanças recentes que ainda estão na fase inicial de implementação.

Face às lacunas e aos desafios da normativa brasileira relativa ao problema do risco de desastres, é oportuno considerar o entendimento das Nações Unidas sobre as características e dimensões causais dos desastres, em apoio à discussão aqui abordada. Para tanto, o Relatório Técnico de Revisão de Classificação e Definição de Perigos de Sendai (UNDRR/ISC, 2020)⁵⁹ contribui com uma conceituação que considera as interações complexas as quais se efetuam em condições de desastres. De acordo com as definições adotadas⁶⁰, desastre é

[...] uma perturbação grave do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a um ou mais dos seguintes: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais (UNDRR/ISC, 2020, p. 54).

Essa concepção estabelece os componentes do desastre: eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade insuficiente para reduzir as consequências negativas e potenciais do risco. Tal entendimento expressou um avanço importante nos estudos sobre a dinâmica do risco que potencialmente pode causar desastres. Agrega, ainda, os efeitos do desastre que podem ser imediatos e localizados, porém, frequentemente, são generalizados e podem durar por longo tempo. Os danos causados ocorrem durante e imediatamente após o desastre. Trata-se de perdas e impactos humanos e da destruição total ou parcial de bens materiais, econômicos e ambientais, interrupção de serviços básicos e fontes de subsistência na área afetada. O impacto do desastre é o efeito total, negativo e positivo, incluindo impactos econômicos, humanos e ambientais, desde morte, ferimentos, doenças, e também os efeitos negativos no bem-estar físico,

⁵⁹ Os conceitos aqui utilizados constam no Relatório Técnico de Revisão de Classificação e Definição de Perigos de Sendai (UNDRR/ISC, 2020), elaborado a fim de subsidiar a implementação do Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres (2015-2030), um dos acordos adotados pelas Nações Unidas em 2015.

⁶⁰ Conforme UNDRR/ISC (2020, p.54), “a serious disruption of the functioning of a community or a society at any scale due to hazardous events interacting with conditions of exposure, vulnerability and capacity, leading to one or more of the following: human, material, economic and environmental losses and impacts”.

mental e social (UNDRR/ISC, 2020).

A variedade de perigos indica a complexidade e abrangência da análise de risco. A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)⁶¹ estabeleceu 65 tipos de desastres, os quais correspondem a 51 tipos e 14 subtipos de ameaças ou perigos que são identificados por 65 códigos específicos. Para tipificar os desastres, a COBRADE estabeleceu duas categorias: desastre natural e desastre tecnológico. O grupo de desastre natural contém 29 tipos os quais foram classificados em 5 grupos (geológico, hidrológico, meteorológico, climatológico e biológico). O grupo de desastre tecnológico contém 22 tipos, também classificados em 5 grupos (substâncias radioativas, produtos perigosos, incêndios urbanos, obras civis, transporte de passageiros e cargas perigosas). De acordo com a normativa brasileira, o rompimento da Barragem de Fundão foi um desastre tecnológico.

Os riscos tecnológicos⁶², conforme o Relatório Técnico de Revisão de Classificação e Definição de Perigos de Sendai (UNDRR/ISC, 2020), foram assim definidos:

Os riscos tecnológicos têm origem em condições tecnológicas ou industriais, procedimentos perigosos, **falhas de infraestrutura ou atividades humanas específicas**. Os exemplos incluem poluição industrial, radiação nuclear, resíduos tóxicos, **falhas de barragens**, acidentes de transporte, explosões de fábricas, incêndios e derramamentos de produtos químicos. Os riscos tecnológicos também podem surgir diretamente como resultado dos impactos de um evento de perigo natural (UNDRR/ISC, 2020p. 54, grifos nossos).

Considerando as definições da COBRADE e das Nações Unidas, o rompimento da barragem de Fundão foi um desastre tecnológico: colapso de barragem decorrente de falhas de infraestrutura. O desastre resultou do agravamento dos riscos da

⁶¹ Segundo o Centro Universitário de Pesquisa e Estudos Sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina, “a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), em substituição à Classificação dos Desastres (CODAR) até então utilizada, foi elaborada a partir da classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU), com o propósito de adequar a classificação brasileira às normas internacionais” (CEPED/USFC 2012, p. 26). Somente em 22/12/2016, após o desastre da Samarco, através da Instrução Normativa nº 2/2016, do Ministério do Interior, a COBRADE tornou-se formalmente um instrumento de elaboração do parecer técnico para reconhecimento federal de situações de emergência ou estado de calamidade pública, cujo órgão responsável é a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional (SEDEC/MI) (Brasil, 2016).

⁶² Conforme UNDRR/ISC (2020, p. 54), “*technological hazards originate from technological or industrial conditions, dangerous procedures, infrastructure failures or specific human activities. Examples include industrial pollution, nuclear radiation, toxic wastes, dam failures, transport accidents, factory explosions, fires and chemical spills. Technological hazards also may arise directly as a result of the impacts of a natural hazard event*”.

estrutura física devido às falhas do empreendedor no processo de planejamento, construção e gestão da barragem. À época, os órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento ambiental e fiscalização da segurança das barragens de rejeitos de mineração tinham atribuições normatizadas. No entanto, falharam o empreendedor responsável pela segurança da barragem, como também os órgãos públicos responsáveis por garantir o cumprimento dos padrões de segurança tanto em relação ao controle do risco crítico da barragem quanto na prevenção dos danos potenciais.

Embora houvesse parâmetro técnico e normativo, a classificação do desastre da Samarco causou enorme polêmica, que ilustra os problemas da falta de governança do risco de desastres em âmbito nacional e subnacional (estado de Minas Gerais). Logo após o fato ocorrido em 05/11/2015, surgiram declarações apontando os tremores de terra como a causa do rompimento (BBC Brasil, 2015). No dia 10/11/2015, a Secretaria Nacional de Defesa e Proteção Civil baixou a Portaria nº 222/2015, que classificou e codificou o rompimento da barragem como desastre tecnológico no grupo “obras civis”, código 2.4.2.0.0. No entanto, em 13/11/2015, a Presidenta da República, Dilma Rousseff baixou o Decreto nº 8.572/2015, que classificou o mesmo fato como desastre natural. As definições contraditórias geraram quatro meses de polêmica. Em março de 2016, o desastre foi definido como “evento”, no Termo de Transação e Ajustamento e de Conduta (TTAC), acordo extrajudicial firmado pelos representantes da União, dos governos de Minas Gerais e do Espírito Santo com os representantes das empresas Samarco, Vale e BHP Billiton. A classificação do desastre pelas partes signatárias do TTAC não resolveu a polêmica. Afinal, considerar o rompimento da Barragem de Fundão como um evento seria admitir que o desastre tinha sido imprevisível, ingovernável e inevitável (Lavell; Thomas; Franco, 2016, p. 15).

As investigações comprovaram que os sismos ocorridos na região não foram relevantes para o colapso da barragem, pois “os abalos eram de baixa magnitude e não seriam normalmente considerados como potencialmente danosos a uma barragem comum” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 76). O desastre resultou de falhas de infraestrutura, tais como elevada taxa de alteamento anual da barragem, recuo do eixo da barragem na ombreira esquerda, aumento da altura do recuo por alteamento contínuo da barragem, deficiência no sistema interno de drenagem da barragem e elevada saturação dos rejeitos arenosos (Idem, *ibidem*).

A condição de vulnerabilidade é outro componente do risco de desastre. A vulnerabilidade é definida como sendo “as condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos dos perigos” (UNDRR/ISC, 2020, p. 55). Outros componentes, exposição e capacidade insuficiente, também são especificidades que compõem as condições de desastre. O conceito de vulnerabilidade é utilizado em várias áreas do conhecimento. No entanto, apesar dos diferentes significados, a maioria dos especialistas concorda que a análise da vulnerabilidade extrapola os impactos diretos de um desastre, porque se refere às condições sociais, econômicas e ambientais historicamente construídas que limitam as pessoas e comunidades face ao impacto dos perigos.

O Marco de Sendai recomendou a redução do risco de desastres em todos os níveis, destacando, para isso, o combate aos fatores subjacentes, tais como arranjos institucionais fracos, políticas não informadas sobre riscos, falta de regulamentação e incentivos para o investimento privado na redução do risco de desastres, cadeias de suprimentos complexas, usos insustentáveis de recursos naturais, ecossistemas em declínio, dentre outros (UNISDR, 2015). Além desses aspectos, considera-se também a dimensão político-institucional enquanto componente do risco de desastre, tendo em conta que “[...] a vulnerabilidade envolve uma gama de fenômenos de natureza multidimensional e multifacetada, que torna imperativo o diálogo e um olhar mais abrangente diante do tema” (Marandola; Hogan, 2006, p. 35).

Por fim, importa considerar que o rompimento da barragem de Fundão poderia ter sido evitado, caso os responsáveis pela segurança da barragem tivessem agido em tempo hábil para solucionar os problemas identificados ou, até mesmo, tivessem interrompido as operações antes do risco do colapso se efetivar. No entanto, além das falhas de infraestrutura, as investigações identificaram falhas no monitoramento, no laudo de segurança da barragem, no licenciamento que, em 2007, foi feito sem projeto executivo, no déficit regulatório como um fator de potencialização dos riscos catastróficos.

Assim, as fraquezas político-institucionais contribuíram para aumentar as condições de vulnerabilidade das pessoas, comunidades, bens e sistemas aos efeitos da ameaça. Ademais, houve fatores gerais intervenientes no contexto pré-desastre, tais como as diretrizes da política econômica do período, com metas de ampliação

das escalas de produção do minério de ferro em ritmo acelerado. Por decorrência, os impactos do colapso da barragem de Fundão geraram mortes e lesões, danos materiais, interrupção de atividade social e econômica, degradação ambiental, com intensidade e abrangência jamais vistos na história da mineração.

CAPÍTULO III

3 O CASO SAMARCO

A Samarco Mineração S.A., pessoa jurídica de direito privado, é uma sociedade anônima de capital fechado, inscrita no CNPJ 16.628.281/0001-61, que desde 2000 é uma *joint venture* de propriedade da Vale S.A. e da BHP Billiton Brasil Ltda., com participação acionária de 50% de cada empresa proprietária. A Vale S.A., pessoa jurídica de direito privado, é uma mineradora multinacional brasileira, constituída como sociedade anônima de capital aberto, inscrita no CNPJ 33.592.510/0001-54, e uma das maiores operadoras de logística do país, além de atuar na siderurgia e na produção de energia. A BHP Billiton é uma mineradora e petrolífera anglo-australiana multinacional sediada em Melbourne, Austrália. Em 2013, era a maior empresa de mineração do mundo em termos de receitas. Criada no Brasil como BHP Billiton Brasil Ltda., pessoa jurídica de direito privado, é uma sociedade limitada, inscrita no CNPJ 42.156.596/0001-63.

Essas duas corporações transnacionais⁶³, por meio da constituição da referida *joint venture*, se associaram para produzir e distribuir pelotas de minério de ferro, matéria-prima utilizada para a produção de aço pela indústria siderúrgica⁶⁴. A estratégia de produção adotada pela *joint venture*, a partir da mudança na sua composição acionária, em 2000, resultou no rompimento da barragem de Fundão, em 2015. Embora a Samarco fosse a proprietária e responsável pela segurança da barragem, os graves problemas estruturais do ativo foram tratados no âmbito do Conselho de Administração, a mais alta instância de decisão da Samarco, que é

⁶³ Adota-se a definição de empresa transnacional proposta pelo geógrafo inglês Peter Dickens (2010, p. 37), “uma empresa que tem o poder para coordenar e controlar operações em mais de um país, mesmo que não sejam de propriedade dessa empresa”, conforme Galvão e Pereira (2017, p. 9). Neste sentido, o Relatório Anual de Sustentabilidade da Samarco (2014b, p. 27) informa que a empresa mantinha bom desempenho comercial com 36 clientes, em 19 países, entre os quais, China, Bélgica, França, Alemanha, Emirados Árabes, Estados Unidos, Grã-Bretanha e Coreia do Sul.

⁶⁴ A pelletização de minério de ferro é um processo recente em comparação com a antiga história da metalurgia. Segundo Antônio Rodrigues de Campos e Vinicius Oliveira Fonseca (2008, p. 678), “a partir da década de 1940, à medida que ocorria o desenvolvimento tecnológico da mineração de minério de ferro, o processo de pelletização passou a ter um papel mais importante na rota de produção do aço, pelo descobrimento de seu potencial para agregação de valor na cadeia de produção, pela viabilização da lavra e beneficiamento de minérios menos compactos, friáveis e de menor teor de ferro”.

formado por quatro membros efetivos e quatro suplentes, indicados pelas empresas acionistas, BHP Billiton Brasil Ltda. e a Vale S.A.⁶⁵.

Após o colapso da barragem, em 05 de novembro de 2015, as investigações realizadas constatarem os graves problemas estruturais da barragem, porém, o seu funcionamento estava autorizado pelos órgãos públicos responsáveis pela segurança de barragens, sendo que a última licença havia sido emitida em junho de 2015. Desse fato decorre o interesse em compreender de que maneira, ou modo, a configuração político-institucional das relações constituídas entre as corporações mineradoras e os órgãos públicos responsáveis pela segurança de barragens pode contribuir para explicar o colapso da barragem de Fundão. Considera-se que o caso específico é emblemático para identificar os fatores e processos determinantes das condições de vulnerabilidade político-institucional que agravaram o risco de desastre.

No entanto, para compreender as relações político-institucionais constituídas entre as referidas corporações e o poder público, é preciso considerar o contexto de atuação no qual essas empresas operavam no período que precede ao desastre, conforme detalhado no Capítulo anterior, item 2.2. Resumidamente, desde as últimas décadas do século 20, os processos de globalização, como fenômeno econômico e tecnológico, passaram a envolver a organização da produção em nível mundial e o aumento da interdependência e da competição entre os países, na medida em que o custo dos transportes e, sobretudo, das comunicações diminuiu muito desde então. Por meio da globalização, “os mercados ampliaram seu escopo: há muito já eram ‘internacionais’, envolvendo o comércio de bens e serviços entre países; passaram

⁶⁵ Conforme o MPF (2016a, p.198-199), “o fato de a SAMARCO ser uma sociedade anônima de capital fechado, cuja titularidade do capital social votante pertence à VALE e à BHP, cada qual detentora de 50% das ações da companhia, também impõe a esses deveres específicos de cuidado, proteção e vigilância extensíveis à SAMARCO. Por isso, também se extrai a posição de garantia da VALE, da BHP e da SAMARCO do dever de usar o poder de controle das atividades empresariais com o fim de fazer a companhia cumprir sua função social e respeitar e atender os direitos e interesses da comunidade em que atua (art. 116, parágrafo único da Lei nº 6.404/76). O dever de garantia das pessoas jurídicas também decorre do fato de a SAMARCO ostentar a condição de proprietária da barragem de Fundão (e, por sua vez, a VALE e a BHP ostentarem a qualidade de proprietárias da SAMARCO), possuindo, dessa forma, o dever de exercer o direito de propriedade em consonância com as suas finalidades econômicas e sociais de modo que sejam preservados”. Agrega-se ainda que a constituição da sociedade anônima atribui responsabilidades às empresas proprietárias da Samarco, “conforme consta do 2º Aditivo do Acordo de Acionistas da Samarco S.A., as Assembleias Gerais Extraordinárias da Samitri e da CVRD, realizadas em 25 de setembro de 2001 e 1º de outubro de 2001, respectivamente, aprovaram a fusão da Samitri, uma subsidiária de propriedade integral da CVRD, com sua companhia matriz. Como consequência da fusão, a CVRD, como sucessora universal de todos os direitos e obrigações da Samitri, se tornou acionista da Samarco (Doc. 18)” (Idem).

agora a ser ‘globais’, ao envolver a reorganização da produção e das finanças a nível mundial” (Bresser Pereira, 1999, p. 78). E, no âmbito da dimensão política, os processos de globalização resultaram na relativa perda de autonomia decisória dos Estados nacionais. Assim, “a globalização limita a capacidade de decisão do Estado-Nação, mas, em grau variável, limitará tanto menos quanto maior for sua capacidade interna de governabilidade e governança” (Idem, p. 78).

Tendo esse contexto como pano de fundo das operações das referidas corporações, buscou-se apoio numa perspectiva teórico-metodológica propícia à investigação empírica de contextos interativos complexos. Para tanto, considera-se que o modelo das Redes Globais de Produção (RGPs)⁶⁶ possibilita “a compreensão daqueles contextos ao prover uma abordagem multicêntrica, isto é, capaz de lidar com a variedade dos agentes econômicos, políticos e sociais que caracterizam os fenômenos econômicos globais” (Santos, 2011, p. 127).

De acordo com Henderson *et al.* (2011, p. 153), Rede Global de Produção é “um quadro conceitual que é capaz de apreender as dimensões social e econômica globais, regionais e locais dos processos envolvidos em muitas das formas da globalização econômica”. Precisamente, segundo esses autores, as redes globais de produção constituem “o nexo de funções e operações interligadas através das quais bens e serviços são produzidos, distribuídos e consumidos”. Desse modo, “elas ‘atravessam’ as fronteiras estatais de formas altamente diferenciadas, influenciadas, em parte, por barreiras regulatórias e não-regulatórias e por condições socioculturais locais, para criar estruturas que são ‘descontinuamente territoriais’ (Henderson *et al.* 2011, p. 153)⁶⁷.

As corporações transnacionais se organizaram em redes multiescalares construídas e transformadas por múltiplos agentes com poderes assimétricos. Elas integraram atividades espacialmente dispersas e se tornaram centrais no “sistema transnacional que liga a extração de matéria-prima, a produção de bens, a oferta de serviços, e o descarte de rejeitos” (Milanez *et al.*, 2018, p. 5). Nesse sentido,

⁶⁶ Aqui será adotada a definição Rede Global de Produção (RGP), mas existem variações nas traduções do termo, sendo utilizado “rede de produção global” e “rede global de produção”, por isso, as citações diretas podem trazer formas diferenciadas.

⁶⁷ Segundo (Bezerra, 2021, p. 7), “em proposta mais recente, defendida por Coe e Yeung (2015, p. 1-2), as RGP são o resultado de um ‘arranjo organizacional, composto por atores econômicos e não econômicos interconectados, coordenados por uma empresa líder global, produzindo bens ou serviços em várias localizações geográficas para os mercados mundiais”.

Henderson *et al.* (2011, p. 143) destacam que esse novo contexto indica a importância de ressignificar o papel do Estado para “analisar as atividades transfronteiriças das firmas, suas configurações espaciais e consequências para o desenvolvimento”. Decerto, a complexidade da economia global organizada em redes pressupõe um olhar abrangente para analisar a complexidade do processo de desenvolvimento capitalista, inclusive o papel dos diversos agentes no controle do risco de desastres.

No caso em foco, as mineradoras Samarco-Vale-BHP operam de forma multiescalar (local-nacional-global), submetidas aos riscos da dinâmica econômica do mercado global. Ao mesmo tempo, elas subordinam os lugares em que estão ancoradas ao risco de desastres decorrentes das suas atividades produtivas. Nesse contexto, constata-se o agravamento do risco de desastre que desafia o controle estatal, ao mesmo tempo em que tem sido reduzido o papel do Estado-Nação junto às atividades econômicas, em especial as corporações que extrapolam a abrangência do território nacional.

A partir desse breve delineamento teórico e dos aspectos contextuais mais relevantes das primeiras décadas do século 21, uma das questões que se busca compreender neste Capítulo é por que a Samarco, responsável pela gestão da barragem de Fundão, decidiu sobrecarregá-la com a deposição acelerada de rejeitos, ultrapassando os padrões técnicos de segurança e violando leis e normas vigentes, agravando, assim, o risco de rompimento da barragem. Trata-se de uma questão empírica que visa iluminar o problema principal em foco. O argumento que se busca demonstrar aqui assenta-se na estratégia de expansão acelerada de produção mineral adotada pelo Conselho de Administração e Direção Executiva da Samarco, no período anterior ao desastre, cuja dinâmica de implementação foi determinante para o encadeamento de problemas estruturais da barragem de Fundão que agravou os riscos e culminou no desastre, em 2015.

Tal estratégia está claramente explicitada nos relatórios de gestão da Samarco dos anos antecedentes ao colapso da barragem de Fundão e sua expressão pode ser vista de modo contundente no excerto a seguir:

As prioridades atuais são **alta produtividade**, com o máximo uso dos ativos disponíveis em todas as áreas e atividades; **custos de produção baixos**, a fim de assegurar competitividade; **elevados padrões de qualidade**, em sintonia com requisitos de mercado; e uma **reputação forte**, que reflita o bom relacionamento com clientes, empregados, parceiros de negócios e a sociedade em geral. [...]. As diretrizes para isso estão no Mapa Estratégico,

que traduz os desafios da Empresa para o período 2012-2022 (Samarco, 2014a, p. 9).

Depreende-se, portanto, que se trata de uma estratégia inscrita na dinâmica dos fluxos da economia globalizada. Vale sublinhar que o mercado global de bens minerais passou por ciclos de expansão e retração, no início do século 21, o que produziu forte variação nos preços dos minérios e alterou o comportamento das empresas, governos e da sociedade no Brasil. Conforme visto no Capítulo II, item 2.3, o crescimento da demanda do setor mineral se manteve aquecido até 2011, no entanto, a partir de 2012, esse comportamento mudou em razão da crise econômica na Europa e desaceleração do crescimento da economia chinesa, o que resultou no decréscimo dos preços das *commodities* minerais (Wanderley, 2017, p. 3).

É, portanto, nesse contexto interativo complexo que constituiu o espaço institucional de atuação das corporações Vale/BHP/Samarco nas duas primeiras décadas do século 21. A estratégia de expansão acelerada de extração e beneficiamento do minério de ferro dessas corporações tem, como fatores coadjuvantes, a conjuntura que caracterizou o mercado global de bens minerais, por um lado, e, como fatores facilitadores, a dimensão política e institucional do Estado brasileiro em sua relativa fragilidade decorrente de sua capacidade interna de governabilidade e governança, por outro. O protagonismo expansionista arrojado dessas corporações encontrou, desse modo, um ambiente mais do que favorável para apostar na alta produtividade, utilizando ao máximo o “uso dos ativos disponíveis em todas as áreas e atividades”. Do ponto de vista do mercado ferrífero, a primeira década do século caracterizou-se por expansão crescente da demanda e, em relação as instituições do Estado brasileiro, uma ambiência de sub-regulação⁶⁸ do setor mineral e ausência de regulação relativa aos mecanismos de descarte de rejeitos de mineração. E, somente em 2010, foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334, de 20 setembro de 2010).

Vale ressaltar que a exposição circunstanciada do Caso não visa discutir o mérito da responsabilização pelo desastre, cuja competência e atribuição concernem às instituições cabíveis. Conforme exposto anteriormente, o interesse específico está circunscrito à compreensão da vulnerabilidade político-institucional como fator do risco de desastre, tendo o Caso Samarco como representativo da nova configuração das

⁶⁸ Para o caráter sub-regulado do setor mineral no Brasil, ver Zorzal (2004).

relações Estado/mercado no contexto da globalização econômica.

Para tanto, o Capítulo está organizado em três tópicos. O primeiro é a apresentação da Samarco e a estratégia de expansão acelerada da produção. Em seguida, as causas imediatas do rompimento da barragem de Fundão com ênfase na natureza dos riscos, fatos e circunstâncias do colapso da barragem. Por fim, os danos causados pelo desastre da Samarco.

3.1 ESTRATÉGIA DE EXPANSÃO ACELERADA DA PRODUÇÃO⁶⁹

3.1.1 Origem da firma, composição acionária e estrutura operacional

A origem da Samarco Mineração S.A. remonta à década de 1970 quando o Brasil executava uma política desenvolvimentista baseada no crescimento industrial que demandou aumento da produção de ferro e aço⁷⁰. A estratégia desenvolvimentista dos governos militares (1964-1979) teve por diretriz básica o crescimento econômico que alcançou taxas de desempenho em torno de 10% ao ano, criando, assim, um ambiente de prosperidade e estimulando a retomada do crescimento da economia brasileira⁷¹.

⁶⁹ Parte do conteúdo deste tópico resulta da pesquisa intitulada “A Samarco, o estado e a sociedade diante do desastre da barragem de Fundão” (Edital Fapes nº 03/2017 – Universal) e da pesquisa “Sem o rio e sem o mar: implementação de tecnologia social de governança participativa para políticas públicas de recuperação da bacia do rio Doce no Espírito Santo” (Edital CAPES-CNPq-FAPEMIG-FAPES-ANA nº 06/2016). Os resultados das pesquisas foram publicados em livros, relatórios e artigos, dentre os quais, o artigo “RISCO DE DESASTRE EM MINERAÇÃO: reflexões sobre o Caso Samarco”, de minha autoria em parceria com a professora Marta Zorzal e Silva, publicado no e-book “DANOS SOCIOAMBIENTAIS NO BRASIL – riscos e alternativas”, FDV Publicações, 2020.

⁷⁰ Há uma vasta literatura sobre as estratégias dos governos brasileiros visando desenvolver o capitalismo industrial no Brasil. Sobre as estratégias do período de 1967 a 1963, ver, entre outros, Lago (1992).

⁷¹ Durante o regime militar foram instituídos vários planos e programas de desenvolvimento econômico nacional, dentre os quais, Programa Estratégico de Desenvolvimento (Governo Costa e Silva, 1967-70); Programa de Metas e Bases para a Ação do Governo (1970-71) e I PND (Plano Nacional de Desenvolvimento, Governo Emílio G. Médici, 1970-74); II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento, Governo Ernesto Geisel, 1974-79). Para maiores informações ver, entre outros, Zorzal (2004) e Abreu *et al.* (1992).

Face aos bons ventos da época, em 1971, a empresa brasileira S.A. Mineração Trindade (SAMITRI) e a estadunidense Marcona Corporation se uniram nos seguintes termos: “enquanto a Marcona possuía experiência em concentração e pelletização de minério de ferro, a Samitri detinha os direitos de lavra do ‘Complexo Alegria’, em Minas Gerais, rico em minério itabirítico – de baixo teor de ferro e até então nunca explorado no Brasil” (Samarco, 2023).

Em 1973, a Samarco Mineração S.A. foi criada como sociedade anônima de capital fechado, um tipo de organização empresarial com amparo no ordenamento jurídico brasileiro para estabelecimento de associação entre empresas independentes. A Samitri detinha (51%) da participação acionária e a Marcona (49%).

Em 1977, iniciaram as operações de extração mineral, pelletização, sinterização e outros beneficiamentos de minério de ferro⁷², também o transporte dutoviário e a comercialização de *pellet feed* (finos de minério de ferro concentrados) e pelotas produzidas a partir da aglomeração do *pellet feed* (Idem). A primeira usina de pelletização tinha capacidade de produzir 5,15 Mt de pelotas e 2,59 Mt de *pellet feed*.

Em 1984, aconteceu a primeira mudança na composição acionária da empresa. A mineradora australiana *Broken Hill Proprietary Mining Company* (BHP) adquiriu a participação acionária que pertencia originalmente à Marcona (49%)⁷³. A corporação BHP é líder mundial da extração e processamento de recursos minerais, inclusive minério de ferro, carvão metalúrgico e cobre⁷⁴.

Em 1997, a Samarco colocou em operação a segunda usina de pelletização. A primeira expansão da empresa, após uma década de funcionamento, aumentou a

⁷² A sinterização de minério de ferro é empregada para aglomerar finos de minério em um produto denominado sinter (*sinter feed*). A pelletização é um processo de aglomeração de finos de minério em pelotas (*pellet feed*) para utilização direta no processo siderúrgico. Segundo Milanez *et al.* (2016, p. 51-52), “a empresa introduziu a tecnologia de concentração de itabiritos por flotação no país, tornando-se a primeira a exportar pelotas”.

⁷³ Segundo Milanez, Santos e Mansur (2016, p. 54), “o formato organizacional específico da Samarco assumiu o caráter de uma *non operated joint venture* por parte da BHP Billiton. O grupo BHP Billiton era o primeiro minerador diversificado do mundo em valor de mercado em 2014”. Para os autores, “considerando a descrição da atividade principal (“outras sociedades de participação, exceto *holdings*”) e secundária (“atividades de estudos geológicos”) da BHP Billiton Brasil Ltda., pode-se afirmar que padrão de atuação da BHP Billiton no país tem como eixo a ‘desresponsabilização operacional’. Isso sugere que o grupo teria a pretensão de operar como um ‘mero’ investidor na Samarco, transferindo a responsabilidade operacional para a Vale” (Idem).

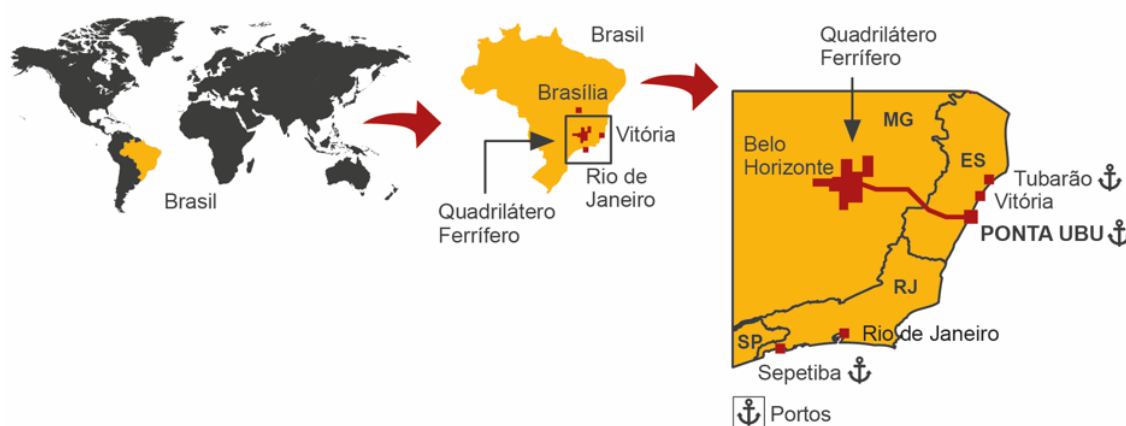
⁷⁴ Segundo o site Infomoney (2014, p. 1), em 2014, a BHP anunciou mudança de investimentos, priorizando o cobre no lugar do minério de ferro.

capacidade produtiva em mais de 80% e viabilizou a ampliação da relação comercial dando início às exportações para a China (Cepemar, 2004, p. 4).

E, em 2000, aconteceu a segunda mudança na composição acionária da Samarco. A Companhia Vale do Rio Doce adquiriu o controle de 51% das ações pertencentes à Samitri por R\$ 970,82 milhões (US\$ 525 milhões), pagos à vista. Na transação, a Vale vendeu, por cerca de US\$ 8 milhões, 1% do capital da Samarco, para a BHP-Billiton Brasil Ltda., que detinha 49% da empresa (Folha de São Paulo, 2000, s/p). As proprietárias passaram, então, a dividir igualmente o controle acionário da Samarco e deram início à reestruturação societária e operacional da empresa.

A localização da estrutura operacional é outro aspecto a ser ressaltado⁷⁵. “Tudo começa no Complexo de Germano”, diz a Samarco, em seu site institucional, ao destacar o sistema próprio de logística que integra o processo de produção do início ao fim. A estrutura operacional da empresa (mina-mineroduto-porto) está localizada em um território que abrange dois estados brasileiros, Minas Gerais e Espírito Santo. Cerca de 400 km separam as minas de exploração mineral e as usinas de pelotização.

Figura 4 – Localização da estrutura operacional da Samarco



Fonte: Cepemar, 2004.

Em uma ponta estão as minas de Germano e Alegria, localizadas nos

⁷⁵ De acordo com Henderson *et al.*, (2011, p. 154), “as estruturas insumo-produto dentro das redes têm uma importância central, até porque são estas que constituem os lugares onde o valor é gerado e onde as enormes variações nas condições de trabalho que existem ao redor do mundo são produzidas”. Embora o tema seja relevante, o detalhamento dos fluxos de bens e serviços e as relações intersetoriais dentro do sistema econômico extrapolam o objeto de estudo desta pesquisa.

municípios de Mariana e Ouro Preto, em Minas Gerais, situados no Quadrilátero Ferrífero, berço da mineração brasileira. Lá se faz a extração, o beneficiamento do minério de ferro e o armazenamento do rejeito e estéril que eram depositados, antes do desastre, nas barragens de Germano e Fundão, tendo ainda a barragem de contenção Santarém.

Em outra ponta está o Complexo de Ubu, localizado no município de Anchieta, estado do Espírito Santo, que abrange as quatro usinas de pelotização do minério de ferro, quatro estações de tratamento de água e o Terminal Marítimo de Pontal de Ubu. Conhecido como Porto de Ubu, o terminal marítimo está equipado com pátios de estocagem alfandegários, um píer principal com dois berços de atracação e um atracadouro para cargas diversas. O porto está estruturado para receber navios de até 210 mil toneladas, com capacidade de embarque anual de 33 milhões de toneladas, cujo carregador (*shiploader*) tem capacidade nominal de aproximadamente 12 mil toneladas/hora.

As unidades de produção, Complexo de Germano e Complexo de Ubu, estão ligadas por três minerodutos que transportam o minério de ferro desde as minas até o porto, atravessando 25 municípios brasileiros, num percurso de 400 km. A polpa de minério viaja cerca de três dias (6km/h), impulsionada por duas estações de bombeamento que regulam a pressão. Nos termos da empresa, “o mineroduto da Samarco foi o primeiro do país e, por mais de três décadas, considerado o maior do mundo para transporte de minério de ferro” (Samarco, 2023, s/p).

O espaço geográfico onde foi instalada a Samarco favoreceu o seu enraizamento territorial e social. As unidades de produção, Complexo de Germano e Complexo de Ubu, estão situadas na Região Sudeste do Brasil, rica em recursos minerais, infraestrutura energética e logística de transportes, necessários ao desenvolvimento de atividades econômicas e dinâmicas sociais. As redes locais e regionais de relações econômicas, sociais e políticas são vantajosas para a criação de valor, isto é, para a produção de riqueza.

Desse prisma, a noção de enraizamento amplia a compreensão da organização econômica⁷⁶ das redes de produção que são conectadas de maneira funcional e

⁷⁶ Segundo Henderson *et al.* (2011, p. 144) “os termos enraizamento, incrustação, imersão, imbricação e encaixe são utilizados pela literatura sociológica para traduzir o original *embeddedness*”. Os autores consideram que “a noção de *embeddedness* continua bastante vaga e, portanto, necessita de

territorial, mas também “conectam aspectos dos arranjos sociais e espaciais nos quais aquelas firmas estão enraizadas e que influenciam suas estratégias e os valores, prioridades e expectativas dos gestores, trabalhadores e comunidades afins” (Henderson *et al.* 2011, p. 159). Além disso, é importante estar atento para “as circunstâncias sociais sob as quais as mercadorias são produzidas e consumidas e, assim, evitar o perigo constante de deslizar para uma percepção das mercadorias como blocos de construção desumanizados e envolvidos na produção de outras mercadorias” (Idem, p. 152).

O Quadrilátero Ferrífero, onde a Samitri detinha os direitos de lavra, está situado em uma região que produz mais de 60% do minério de ferro brasileiro. Historicamente, o lugar concentra a maior produção mineral do País, desde o ciclo de ouro, no século 18.

O termo Quadrilátero Ferrífero se refere a uma estrutura geológica cuja forma se assemelha a um quadrado e que perfaz uma área de aproximadamente 12.000 km² (Endo *et al.*, 2019) localizada entre Ouro Preto, a Sudeste, e Belo Horizonte, a Noroeste (Roeser; Roeser, 2010 *apud* SEDE, 2020, p. 49).

Trata-se de um espaço territorial moldado pelo processo de produção mineral que articula o local ao global há mais de trezentos anos. A concentração das atividades minerárias naquela região produziu a transformação socioeconômica do território desde o ciclo minerário do século 18, constituindo-a no centro econômico mais importante de Minas Gerais. Por isso, é o espaço de maior concentração urbana, formado por cidades históricas, tais como, Congonhas, Itabira, Itaúna, Mariana, Nova Lima, Ouro Preto, Sabará, Santa Bárbara, João Monlevade, etc., abrangendo ao todo 27 municípios.

No entanto, antes da instalação da Samarco no referido território, destaca-se o pioneirismo da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), hoje Vale S.A., que desde sua criação, em 1942, veio investindo na construção de infraestrutura e de meios logísticos necessários à exploração do minério de ferro⁷⁷. Embora a CVRD tenha sido privatizada em 1997, cabe ressaltar que “o enraizamento social da Vale como empresa estatal lhe forneceu um nível de poder particularmente elevado na relação com os agentes públicos, quando comparado a outras mineradoras” (Milanez *et al.*,

aperfeiçoamento conceitual. No entanto, sua importância para a compreensão da organização econômica é amplamente reconhecida, mesmo por vozes críticas” (Henderson *et al.* 2011, p. 159).

⁷⁷ Para uma exposição mais ampla sobre a criação da Companhia Vale do Rio Doce, como empresa de economia mista até sua privatização em 1997, ver Zorzal e Silva (2004).

2018, p. 23).

A partir da década de 1960, depois de ter se consolidado no mercado transoceânico de minério de ferro, a CVRD implementou uma arrojada estratégia de diversificação e conglomeração⁷⁸. E, durante os governos militares, com os recursos oriundos dos planos nacionais de desenvolvimento, somados aos recursos próprios e aos empréstimos externos, ela realizou vultosos investimentos em seu sistema logístico-operacional, adquiriu novas minas no estado de Minas Gerais e implantou as duas primeiras usinas de pelletização em Vitória, no estado do Espírito Santo, próximas ao Porto de Tubarão (Zorzal, 2004). Com isso, a partir da década de 1960, o Brasil se tornou um importante *player* do mercado global de ferro. Conforme Milanez *et al.* (2018, p. 3) “nos anos 1960, o país era responsável por quase 7% das exportações totais do minério; essa participação foi ampliada para 25% nos anos 1980, se mantendo no patamar de 30% a partir da década de 1990”.

Desde então, a Vale S.A. lidera a mineração de ferro brasileira, seja pelo montante de sua produção, seu valor de mercado, sua capacidade organizacional, sua logística que articula mina-ferrovia-porto, seja pelo seu enraizamento social e territorial consolidado no Brasil, liderando, assim, o mercado transoceânico de minério de ferro⁷⁹. Segundo Bezerra (2021, p. 8), em consonância com a visão de Dicken (2010, p. 125), a importância do enfoque em empresas líderes na organização e funcionamento das corporações transnacionais deve-se ao fato das empresas transnacionais terem se tornado as principais formadoras da economia global.

Por empresa líder deve-se entender aquela que, por seu poder específico e sua capacidade organizacional, consegue exercer o controle de mercado pela definição do produto (*branding*, tecnologia e *know-how*) e por sua comercialização (receita ou participação). A forma como as empresas líderes exercem o poder permite-lhes influenciar as decisões de investimentos, bem como as que envolvem outros atores da rede” (Bezerra, 2021, p. 8).

Em maio de 1997 a CVRD foi privatizada, deixando de ser uma empresa de economia mista para se integrar ao mundo de negócios globalizados. Após a

⁷⁸ A Vale do Rio Doce (CVRD) foi criada pelo Governo brasileiro, em 1942, sendo privatizada em 1997. As estratégias de expansão da CVRD foram detalhadas por Zorzal e Silva (2004), Capítulo III, p. 183-257.

⁷⁹ A pelletização industrial de minério de ferro teve início no Brasil em 1969. A empresa Vale foi pioneira e liderou a condução do País ao segundo lugar no *ranking* dos maiores produtores do mundo. Em 2015, a Vale S.A operava “15 usinas de pelletização no Brasil. Dessas, oito na Grande Vitória e quatro na Samarco, em Ubu, Anchieta, Sul do Estado. Duas usinas são em Minas Gerais (Vargem Grande e Congonhas) e, outra, em São Luís, no Maranhão”, conforme o jornal *Século Diário*, de 24/02/2015.

privatização, sua estrutura produtiva foi mudada e atualmente ela atua nas seguintes áreas: mineração, logística e energia. Com dois sistemas produtivos integrados, compostos por mina-ferrovia-porto, localizados em cinco estados brasileiros, dois no Norte (Pará e Maranhão) e três no Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro), a Vale S.A. é um conglomerado de exploração e beneficiamento de recursos naturais e logística de transportes. A empresa é a maior exportadora de minério de ferro e níquel do mundo, a terceira maior produtora de manganês, está envolvida na lavra, no beneficiamento e na comercialização de dezenas de outros minerais, em diversos países do mundo, tais como, Canadá, China, Indonésia, Reino Unido, Malásia, Omã e Japão. Em 2007, mudou sua denominação comercial para Vale S.A. e, em 2015, a corporação era a oitava maior mineradora do mundo em relação à capitalização de mercado (PwC, 2016) e a maior produtora de minério de ferro (Santos; Milanez, 2018, p. 104).

A estratégia da Vale S.A., desde a privatização, voltou-se para venda de ativos não centrais, a mineração e a logística de transportes, por um lado, e para a aquisição de ativos vinculados a esses dois setores, por outro. É no âmbito dessa estratégia que, na virada do milênio, a Vale S.A. comprou parte das ações da Samarco e dividiu igualitariamente com a BHP-Billiton o controle acionário da empresa. Com a reconfiguração do arranjo de propriedade e controle da Samarco, iniciou um novo ciclo de produção orientado por uma estratégia de expansão acelerada da empresa. Tal expansão ancorou-se em vultosos investimentos na ampliação da estrutura operacional da Samarco.

3.1.2 Expansão acelerada da produção

Em 2000, após duas décadas em funcionamento, a Samarco produziu 12,479 milhões de toneladas de pelotas de minério de ferro e finos. A partir de então, sob a direção da Vale S.A. e BHP-Billiton, a empresa seguiu uma estratégia de expansão

acelerada, o que a permitiu alcançar uma produção de 25,075 milhões de toneladas em 2014⁸⁰.

A Samarco iniciou suas atividades com apenas uma usina de pelotização e expandiu a sua capacidade de produção em mais de 80% ao construir a segunda usina em 1997. Com isso, em 2000, ela se destacava no mercado transoceânico como a segunda maior exportadora de pelotas de minério de ferro, comercializando em mais de quinze países europeus, africanos e asiáticos.

A nova estratégia de expansão da capacidade produtiva demandou investimento em grande escala para construir duas novas usinas de pelotização. Os projetos de construção da Terceira Usina de Pelotização (P3P) e da Quarta Usina de Pelotização (P4P) foram realizados no período de 2008-2014. Tais projetos, em sua totalidade operacional, envolveram ações arrojadas nas áreas de extração e tratamento do minério, em Minas Gerais, como também investimentos em mais dois minerodutos para transportar a polpa de minério de ferro até as usinas de pelotização localizadas no estado do Espírito Santo. A barragem de Fundão, construída em Mariana (MG), foi planejada para dar suporte a esses novos projetos de expansão da produção.

Portanto, as novas usinas de pelotização expressam a ampliação da capacidade produtiva da empresa. Os projetos requisitaram um conjunto de investimentos de alto custo em estruturas operacionais para viabilizar o processo de produção, transporte, armazenagem e comercialização.

Cabe ressaltar que o investimento realizado não garante o resultado almejado, pois a capacidade produtiva instalada nem sempre correspondente à produção anual alcançada. O volume produzido anualmente é determinado por vários fatores, tais como a variação do preço, o que é bem peculiar no caso do minério de ferro.

O Quadro 2 apresenta as três fases de expansão da Samarco e a média de produção alcançada em cada fase e, logo a seguir, dois gráficos mostram o detalhamento da produção anual cujos dados foram utilizados para calcular os valores médios de cada fase de expansão.

⁸⁰ Em 2014, a riqueza produzida pela Samarco, em termos de valor adicionado, foi de R\$ 9.242.187,00. Foram distribuídos R\$ 4.677.758,00 entre acionistas (60%), colaboradores (10%), governo (13%), juros e aluguéis (13%) (Samarco, 2014a, p. 42).

Quadro 2 – Expansão da capacidade produtiva da Samarco (1977 – 2015)

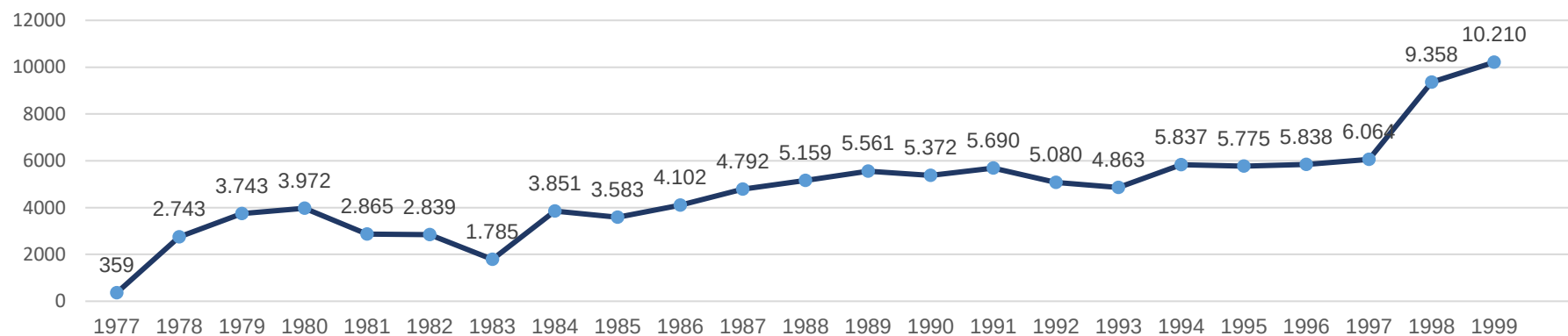
Fases	Períodos	Fases de expansão	Produção média anual (milhões de toneladas)
I	1977 – 1996	Fase inicial Construção e funcionamento da primeira usina de pelotização	4.279,66 Mt
II	1997 – 2007	Primeira expansão Segunda usina de pelotização	12.480,27 Mt
III	2008 – 2013	Segunda expansão Terceira usina de pelotização	20.240,42 Mt
IV	2014-2015	Terceira expansão Quarta usina de pelotização	24.070,66 Mt
05/11/2015		Rompimento da barragem de Fundão Paralisação das atividades empresariais	-

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Depreende-se do Quadro 2 que as três fases de expansão da Samarco podem ser agrupadas em dois ciclos com resultados bastante diferenciados. Após a fase inicial, a primeira expansão triplicou a produção média anual da empresa. É o primeiro ciclo de expansão que foi bem-sucedido e consolidou a jovem mineradora no mercado internacional de minério de ferro. O segundo ciclo abrange as duas fases implementadas de forma concomitante, a partir de uma estratégia de expansão acelerada que dobrou a produção em oito anos. Tal estratégia foi suspensa pelo rompimento da barragem de Fundão e paralisou as atividades da empresa por cinco anos.

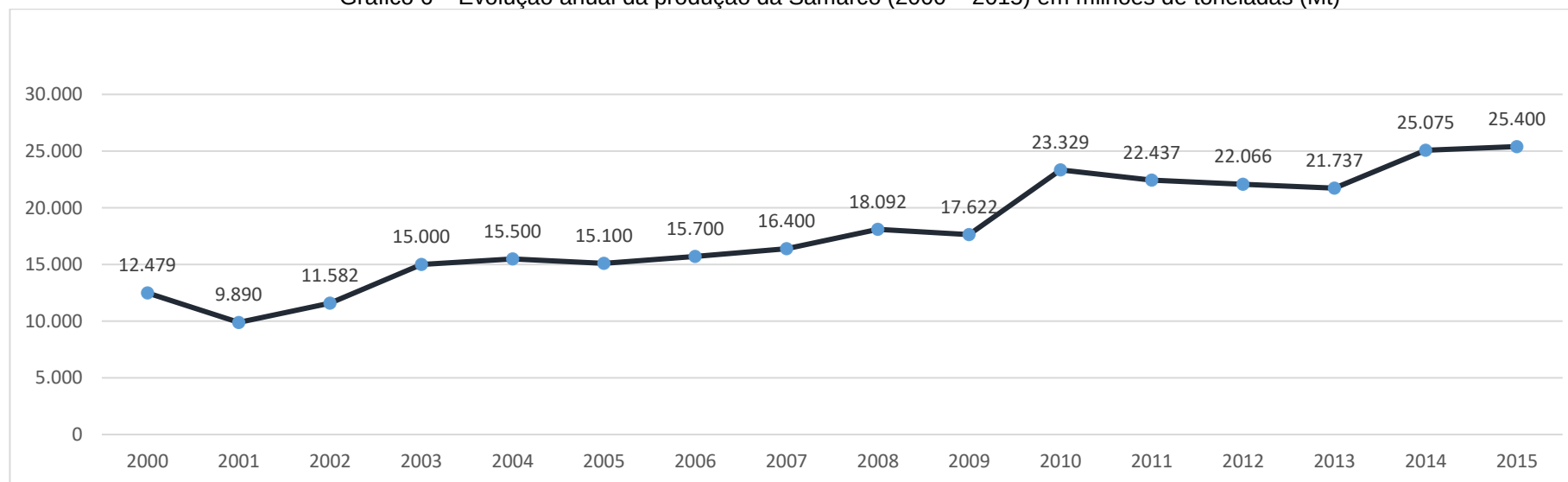
A seguir, os Gráficos 5 e 6 apresentam a evolução da produção anual da Samarco. O primeiro gráfico abrange o período de 1977 a 1999, o segundo contém os dados da produção anual de 2000 a 2015.

Gráfico 5 – Evolução anual da produção da Samarco (1977-1999) em milhões de toneladas (Mt)



Fonte: Cepemar (2004, p. 8). Adaptado pela autora, 2023.

Gráfico 6 – Evolução anual da produção da Samarco (2000 – 2015) em milhões de toneladas (Mt)



Fontes: Cepemar (2004, p. 8), Su_mário Anual DNPM, 2005-2014, Samarco 2015. Elaborado pela autora, 2023

É importante registrar que a ampliação da produção de minério de ferro aumenta, em proporções equivalentes, a produção de rejeitos, isto é, “a parte não usada após o beneficiamento do minério [que] é armazenada em barragens ou pilhas” (Samarco, 2014b, p. 72). Para ilustrar o volume que isso significa, “em 2014, a geração de rejeitos resultantes do beneficiamento atingiu 21.978 milhões de toneladas, entre arenosos e lamas” (Idem). Além do rejeito, tem o estéril, “o material que envolve o minério, e é desprezado ou removido no processo de lavra, ainda na mina” (Ibidem). Conforme os dados da mesma fonte, em 2014, foram registradas 5.988.493 toneladas métricas naturais.

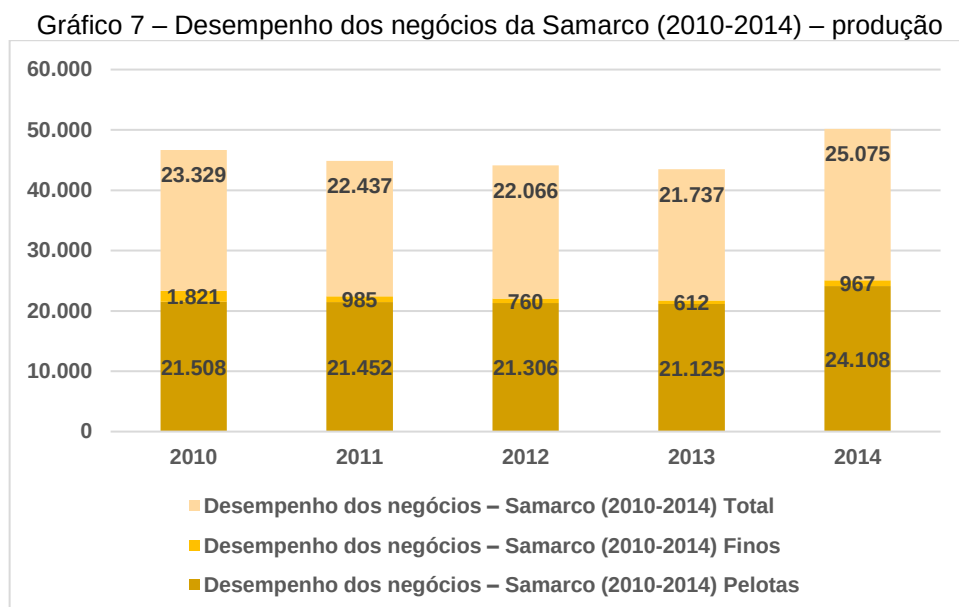
O Sistema de Disposição de Rejeitos, gerado durante o beneficiamento do minério de ferro, incluía as barragens de Germano e de Fundão para deposição de rejeitos, a Cava de Germano para empilhamento de rejeitos drenados e a barragem de Santarém armazenava a água proveniente do processo de beneficiamento, sendo uma parte tratada e reutilizada. O estéril era colocado ao longo das pilhas de estéril João Manoel e Alegria Sul. Quanto ao controle dos riscos de barragens, a Samarco informava anualmente as medidas adotadas visando assegurar a sustentabilidade do Sistema de Disposição de Rejeitos:

A análise e o controle de riscos são realizados por meio da metodologia *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA), que avalia o potencial de ocorrências e falhas nas barragens, bem como as consequências potenciais sobre a saúde e a segurança das pessoas e do meio ambiente. O principal documento norteador a respeito do tema é o Plano de Disposição de Rejeitos (PDR), que fornece diretrizes para nos apoiar até o processo de exaustão das reservas de minério. Sob a ótica da segurança de nossas operações, dispomos do Plano de Ações Emergenciais (PAE) das barragens, que aborda o funcionamento das estruturas de disposição de rejeito e possíveis anomalias ou situações de emergência (Samarco, 2014b, p. 72).

A Samarco divulgava a análise e o controle de riscos das estruturas das barragens, conforme consta no Relatório Anual de Sustentabilidade/2014, embora a barragem de Fundão apresentasse um quadro gravíssimo de instabilidade. Assim, contrariando ao disposto no relatório da empresa, os graves riscos daquela barragem logo depois se concretizariam de forma devastadora no seu colapso.

A estratégia corporativa estava em sintonia com o ciclo de expansão da demanda mundial por minério de ferro. Para Wanderley *et al.*, (2016, p. 30), “o megaciclo pode ser associado ao período entre 2003 e 2013, quando as importações globais de minérios saltaram de US\$ 38 bilhões para US\$ 277 bilhões (um aumento de 630%)”. O preço da tonelada do minério de ferro subiu de US\$ 32 (jan/2003) para

US\$ 196 (abr/2008). A conjunção desses fatores possibilitou a empresa ampliar significativamente seu desempenho no período. O Gráfico 7, mostra o desempenho da produção e vendas da Samarco no período de 2010 a 2014.



Fonte: Samarco Mineração S.A. – Relatório da Administração (2014, p. 14).
Elaborado pela autora, 2023.

Com efeito, o desempenho da Samarco foi destaque em relação às demais empresas do setor mineral brasileiro. Em julho de 2015, quatro meses antes do desastre, ela foi eleita, pelo terceiro ano consecutivo, como a melhor mineradora do país na premiação “Melhores e Maiores da Revista Exame”. Também foi destaque no *ranking* como a segunda maior empresa do setor, obteve a 10^a colocação entre as principais exportadoras do país, e ocupou a 28^a colocação entre as maiores indústrias brasileiras (*In the Mine*, 2015).

Em 2014, o preço do minério com origem no Brasil, “caiu de US\$ 100,5/tonelada, em janeiro de 2014, para US\$ 53,3/tonelada, em dezembro – recuo de 47%” (Samarco, 2014a, p. 12). Apesar do cenário adverso, a Samarco reafirmou a estratégia de expansão acelerada da produção sem uma contrapartida necessária em estruturas operacionais voltadas para deposição e armazenagem dos rejeitos. O desastre surpreendeu pelo fato de a mineradora ser reputada pela qualidade do processo produtivo. No entanto, vale frisar que os membros do Conselho de Administração, representantes da Vale e da BHP-Billiton, as maiores empresas especializadas na mineração de ferro, assim como a direção executiva da Samarco,

sabiam que a ampliação da produção significaria aumento de rejeitos em proporção equivalente, e possuíam conhecimento dos problemas da barragem de Fundão,⁸¹ o que foi evidenciado pelos órgãos de investigação e será apresentado nos itens subsequentes.

Antes de avançar, porém, vale mencionar, ainda que brevemente, a visão de futuro que alimentava a saga da empresa em busca de reconhecimento, excelência e alta produtividade, como elemento da sua estratégia corporativa, o que joga luz nas circunstâncias do processo de tomada de decisões que, ao contrário da meta vislumbrada, a conduziu à derrocada.

Como se depreende do excerto abaixo, a Samarco empenhava-se em demonstrar para seus *shareholders* e *stakeholders* que conduzia o empreendimento a partir de elevados padrões de responsabilidade e planejamento, visando garantir sustentabilidade e excelência em sua gestão corporativa.

Nós, da Samarco, acreditamos que a combinação de um comportamento empresarial responsável e ético e uma execução cautelosa do planejamento e da condução dos esforços em prol da sustentabilidade do negócio representa a chave para a concretização da nossa Visão 2022. Por isso, para dobrarmos o valor da Samarco e a tornarmos reconhecida por empregados, clientes e sociedade como a melhor do setor, atuamos focados em Excelência, Conformidade e Crescimento – pilares que traduzem nossa estratégia e os aprendizados construídos nos 37 anos de nossa atuação (Samarco, 2014b, p. 4).

Com essas diretrizes, a empresa tinha como objetivos estratégicos a intenção de tornar-se “a melhor do setor” (Idem). Para tanto, destaca sua experiência, capacidade de aprendizagem e superação de adversidades nos seguintes termos: “[...] Com 37 anos de atuação no setor mineral, no mercado transoceânico, dispomos de aprendizados importantes, que nos permitem antever cenários desafiadores e responder a eles sem prejudicar nossa visão de futuro” (Samarco, 2014b, p. 26).

A confiança adquirida com a expansão crescente da primeira década do século 20, ao lado da conclusão da quarta usina de pelotização e do terceiro mineroduto, em 2014, respaldaram a Samarco para definir metas ainda mais ousadas para o ano seguinte: “A expectativa é que, em 2015, consigamos alcançar a elevação de capacidade nominal anual de produção, de 30,5 milhões (37% acima do patamar

⁸¹ Em 2011, o *Independent Tailing Review Board (ITRB)*, órgão externo, independente, de especialistas nacionais e internacionais de controle dentro da gestão da Samarco S.A. advertiu em relação aos riscos da barragem (Cf. MPF, 2016a, p. 51).

anterior à conclusão do projeto)” (Samarco, 2014a, p. 38). Apesar do cenário desafiador, vigente em 2014, a decisão estratégica foi intensificar ainda mais o ritmo da produção em 2015.

Embora a direção da empresa tivesse conhecimento da tendência de queda dos preços, ela preferiu apostar em suas estratégias comerciais diversificadas:

Na Samarco, a exposição a riscos de volatilidade e mudança de padrões de preços do minério de ferro tem sido mitigada por meio de uma nova abordagem comercial, pautada pela segmentação de portfólio, pelo investimento em qualidade e pela distribuição geográfica. [...]. Desse modo, a Empresa busca se resguardar de alterações abruptas no mercado internacional e investir em geografias com boa perspectiva de longo prazo (Samarco, 2014a, p. 12).

Entretanto, no reverso do entusiasmo, a mudança no mercado internacional de *commodities* com desaceleração dos mercados consumidores indicava que a retração da demanda não seria passageira. Porém, a direção da empresa manteve sua estratégia expansionista, confiante na estratégia comercial e na inteligência em negócios para projetar os cenários futuros. Planejou, desse modo, uma equação para atravessar, de forma segura e competitiva, o ambiente comercial altamente disputado e com preços em baixa:

Alta produtividade, qualidade do produto adequada às necessidades dos nossos clientes, baixo custo de produção e uma reputação positiva perante nossos públicos de relacionamento. É essa equação que nos permitirá atuar de forma segura e competitiva em um ambiente altamente disputado e com preços em baixa. Prova disso é o resultado de nossas vendas no ano, que somaram 25,1 milhões de toneladas, distribuídas de forma equilibrada entre 36 clientes, de 19 países. O lucro líquido alcançou R\$ 2.805,5 milhões, saldo que se destaca no setor e que avaliamos positivamente, em especial diante do cenário enfrentado em 2014 (Samarco, 2014b, p. 04).

Em síntese, a visão de futuro da Samarco evidencia pelo menos dois elementos concernentes às razões corporativas que conduziram à expansão acelerada da produção que culminaria no colapso da barragem em 2015. Por um lado, a meta decenal de dobrar o valor da empresa por meio da ampliação da planta industrial para viabilizar o aumento acelerado da produção. E, por outro, no cenário comercial adverso, a manutenção da estratégia expansionista sustentada em alta produtividade, com baixo custo de produção e uso máximo dos ativos. De fato, a Samarco acumulava experiência com desempenho bem-sucedido de expansão da produção. A experiência acumulada e a boa reputação da empresa podem até justificar a decisão dos dirigentes por manter uma estratégia expansionista arriscada em um cenário comercial adverso, mas não explicam o descuido com a segurança da barragem de

Fundão. Eles sabiam que intensificar a produtividade significaria ampliar a produção de rejeitos em proporção equivalente à de minério e, ainda assim, decidiram ignorar os alertas sobre os graves problemas da barragem que demandava sucessivos reparos. Depreende-se que, nem os problemas da barragem como estrutura de suporte à produção em ritmo elevado, nem tampouco o risco de um desastre de magnitude catastrófica com danos imensuráveis, foram efetivamente considerados pela alta direção da Samarco.

A lógica decisória dos gestores seria a de enfrentar os contratempos do mercado, buscando contornar a retração dos preços e conquistar outros mercados. Aumentaram a produtividade e baixaram os custos de produção, economizando, inclusive, na manutenção das estruturas de armazenagem dos rejeitos. As informações a seguir demonstram o emaranhado de decisões que, ao invés de resolver os problemas, ampliaram e agravaram os riscos da barragem de Fundão. A partir de 2013, apesar da gravidade da situação da barragem já ter sido diagnosticada, os dirigentes da empresa decidiram acelerar ainda mais a produção. Tal decisão conduziu, em pouco tempo, a empresa, considerada uma das mais conceituadas em termos de reputação e produtividade, à sua derrocada em novembro de 2015.

3.1.3 Estrutura organizacional e gestão de risco da Samarco⁸²

A Samarco era reconhecida pelo seu desempenho e se destacava como empresa moderna e atualizada. A gestão estratégica e setorial da empresa baseava-se em variados instrumentos de planejamento, tais como, planos de curto, médio e longo prazo, mapas e indicadores de resultado. Ela buscava se alinhar aos padrões internacionais de qualidade e aprimorava seus processos de produção e gestão, contratando serviços de consultoria especializada de renome nacional e internacional. Por exemplo, desde 2000, ela utilizava as diretrizes da *Global Reporting Initiative*

⁸² As informações aqui apresentadas encontram-se nos relatórios anuais de sustentabilidade de 2012, 2013, 2014, elaborados e disponibilizados publicamente pela Samarco. Também foram utilizadas informações da Ação Penal, protocolada na Justiça Federal pelo Ministério Público Federal (2016).

(GRI) para tornar público seus projetos e resultados, sendo destaque os relatórios anuais de sustentabilidade.

Em 2012, em meio ao processo de expansão, os dirigentes da empresa decidiram revisar o planejamento estratégico e priorizar a sustentabilidade e a gestão de risco. O processo de revisão envolveu diversas áreas da organização interna e resultou no Mapa Estratégico 2012-2022 e também em planos de cinco anos por gerência geral, contendo as ações e os aspectos prioritários para o negócio. Dentre eles, definiram seis riscos estratégicos, incluídos os riscos operacionais correlatos (Samarco, 2012, p. 20).

Os relatórios anuais de sustentabilidade da empresa destacam os ajustes internos implementados e enfatizam a gestão de risco e a sustentabilidade no período de 2012-2014. Embora houvesse esforço por mudanças institucionais, as medidas adotadas não evitaram o rompimento da barragem de Fundão. Aliás, os riscos da barragem foram agravados exatamente durante os três anos seguintes à revisão do planejamento estratégico.

As informações obtidas sobre a gestão de risco e sustentabilidade permitem inferir que as circunstâncias daquele momento concorreram para uma disjunção entre as dimensões estratégica e operacional da empresa. Entende-se como disjunção o fato de a empresa ter priorizado a gestão de risco e a sustentabilidade, em 2012, e o resultado operacional ter sido literalmente desastroso, em 2015.

Três fatos foram destaques nas circunstâncias daquele momento. Em janeiro de 2012, mudou o diretor-presidente da Samarco. Assumiu o cargo o engenheiro Ricardo Vescovi de Aragão, funcionário da empresa desde 1993, que exerceu cargos nas áreas de pelotização e marketing e também foi diretor de Operações e Sustentabilidade (IBRAM, 2012).

Aquele ano foi marcado por novos desafios em relação à gestão de pessoas devido ao grande contingente de trabalhadores contratados para as obras de expansão. À época, a Samarco tinha cerca de 2,5 mil empregados diretos e 3 mil empregos indiretos, porém, a empresa atravessou o ano com cerca de 12 mil novos trabalhadores empenhados em fazer acontecer o Projeto Quarta Pelotização (P4P). Esse projeto aumentaria em 37% a capacidade de produção cujos investimentos

foram “da ordem de R\$ 5,4 bilhões” (IBRAM, 2012, p. 8)⁸³.

Em 2012, no meio do processo de expansão, iniciou o ciclo de retração do mercado mundial das *commodities* com a redução de 19,4% no preço médio de venda da pelota de minério de ferro. Apesar da queda do preço, a empresa faturou R\$ 6,6 bilhões e distribuiu mais de R\$ 745 milhões em dividendos para os acionistas (Samarco, 2012, p. 11). Nas palavras de Ricardo Vescovi, “fomos capazes de manter, em 2012, a nossa margem bruta de lucro acima de 60%, ainda que o faturamento bruto tenha recuado 7,1%” (Idem, p. 8).

Em 2012, a estratégia corporativa foi revisada para assegurar a expansão da produção apesar da adversidade do mercado e, ao mesmo tempo, foi definida a gestão de risco como prioridade da empresa. Naquele contexto, a estratégia expansionista suplantou os procedimentos preventivos, sobretudo em relação à barragem de Fundão. A seguir, as informações que evidenciam a disjunção na gestão de risco da empresa durante o período que antecedeu o rompimento da barragem.

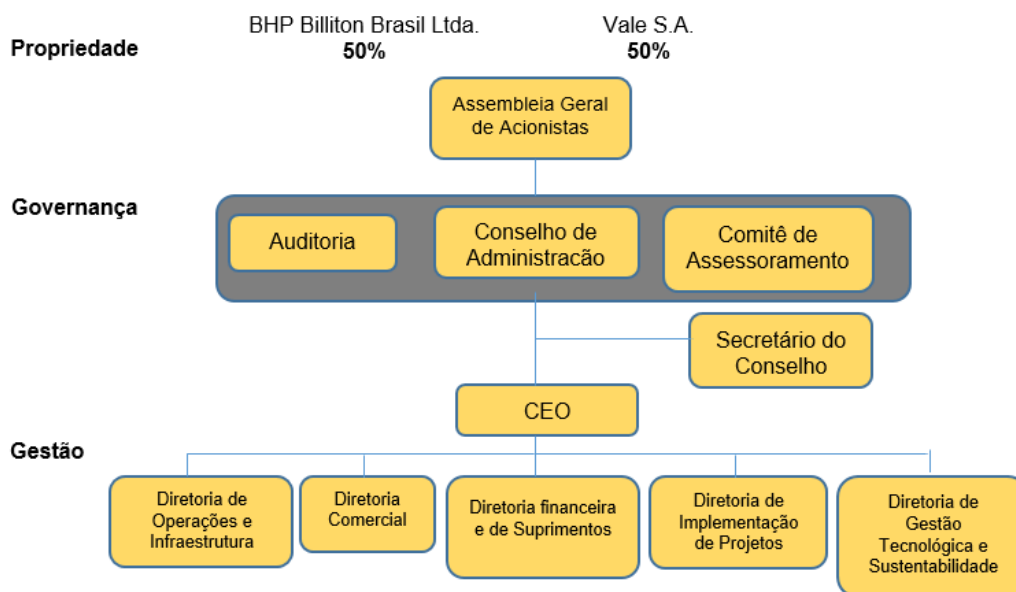
A – Estrutura organizacional da Samarco

Existem três esferas para a tomada de decisões na empresa: sociedade, governança e gestão. A sociedade é formada com a participação igualitária de cada empresa acionista, BHP Billiton Brasil Ltda. e Vale S.A. A governança é composta pelo Conselho de Administração e comitês de assessoramento. A gestão é a Diretoria Executiva. A estrutura organizacional da Samarco permaneceu relativamente estável entre 2012-2015. O exercício das funções dirigentes tinha por referência os “documentos e políticas internas, tais como o Código de Conduta, o Estatuto Social e o Acordo de Acionistas da Empresa” (SAMARCO, 2014b, p. 16).

A Figura 5 apresenta a estrutura de governança da Samarco (2012) que se manteve, sem muita alteração, no período 2012-2014

⁸³ Em 2013, a Samarco atualizou as informações: “a Quarta Pelotização representa a maior expansão da história da Samarco e é um dos mais importantes projetos em curso no setor privado do País, somando investimentos de R\$ 6,4 bilhões. No pico das obras, em junho de 2013, contabilizávamos 13 mil trabalhadores nas obras, distribuídos entre Minas Gerais e Espírito Santo” (Samarco, 2013, p. 5).

Figura 5 – Estrutura de governança da Samarco (2012)



Fonte: Samarco, 2012, p. 18.

Nos termos da Samarco (2012, p. 18), a governança corporativa “permite a coordenação, a execução e o monitoramento de suas atividades, envolvendo acionistas, conselheiros, diretores e demais órgãos de controle”. O principal órgão de governança da empresa é o Conselho de Administração, responsável pelo processo de decisão e direcionamento estratégico, tendo ainda “o papel de integrar a propriedade e a gestão para orientar e supervisionar a relação desta com as partes interessadas” (Idem, p. 19). Seguem as atribuições do Conselho:

- Definição das diretrizes gerais dos negócios e da estratégia da Empresa;
- Orientação/aprovação do plano de negócios e do orçamento da organização, incluindo planos de investimento;
- Aprovação da distribuição de dividendos aos acionistas e reinvestimentos;
- Acompanhamento dos resultados da Empresa;
- Garantia da integridade da gestão da Samarco;
- Escolha do CEO e avaliação dos membros da Diretoria Executiva;
- Escolha da auditoria independente;
- Deliberação sobre alterações de estrutura de capital da Empresa.

Os conselheiros são representantes das empresas acionistas, BHP Billiton e Vale S.A., sendo quatro membros permanentes e quatro suplentes. Eles não acumulam cargos executivos na empresa e têm mandatos de três anos, podendo ser reconduzidos. Para exercer a função, devem comprovar conhecimento de administração, finanças, gestão e legislação brasileira.

A seguir, a Figura 6 apresenta a composição do Conselho de Administração da

Samarco cujos membros são representantes e suplentes das empresas proprietárias, BHP Billiton Brasil Ltda. e Vale S.A. Os nomes se mantiveram na função no período 2012-2014⁸⁴, exceto Marcus Randolph, representante titular da BHP Billiton que foi substituído pelo suplente Jeffery Mark Zweig, em 2013 (Idem, 2013, p. 15).

Figura 6 – Conselho de Administração

BHP Billiton Brasil Ltda.	Vale S.A.
Membros efetivos	Membros efetivos
Marcus Philip Randolph	José Carlos Martins
James John Wilson	Hélio Moreira Cabral
Membros Suplentes	Membros suplentes
Jeffery Mark Zweig	Stephen Potter
Sérgio Consoli Fernandes	Marcelo Botelho

Fonte: Samarco, 2012, p. 18.

O Conselho de Administração contava com o apoio do Secretário Executivo cujas atribuições previam, dentre outras, assegurar o funcionamento da estrutura, garantindo transparência e equidade de informações aos acionistas.

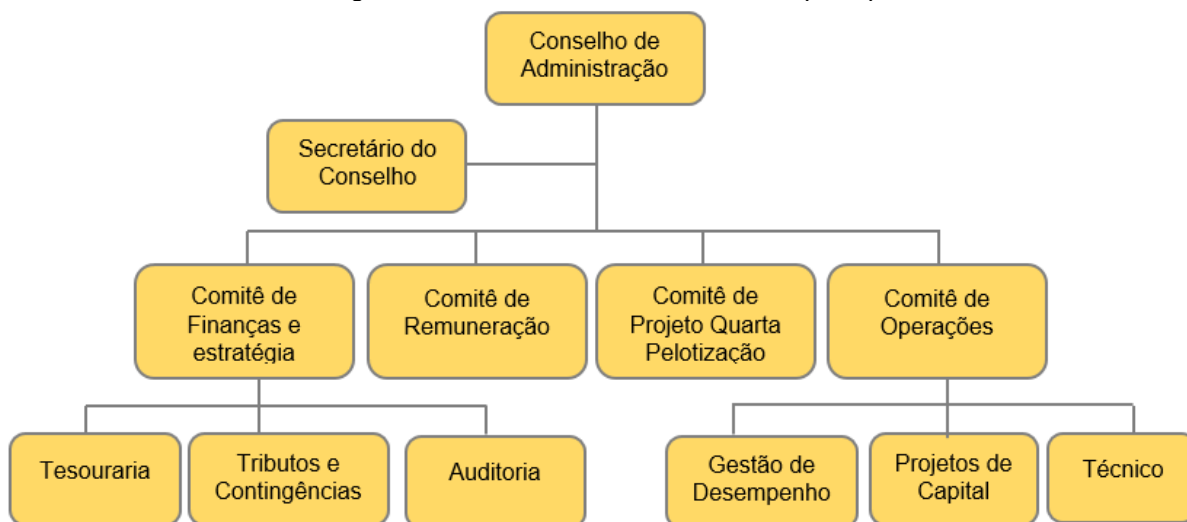
- **Comitês de assessoramento** – Segundo a Samarco (2012, p. 19), “o Conselho de Administração conta ainda com quatro comitês e seis subcomitês responsáveis pelo assessoramento ao processo decisório”. Tais comitês se reúnem ordinariamente três vezes ao ano para tratar os assuntos a serem levados ao Conselho de Administração.
- **Comitê de Remuneração** – apoia definição de políticas gerais de recursos humanos, bem como, políticas de remuneração dos principais cargos executivos, inclusive a sucessão de posições estratégicas.
- **Comitê do Projeto Quarta Pelotização** – órgão temporário responsável por prestar contas dos resultados e prover recomendações para o Conselho.
- **Comitê de Operações** – apoia assuntos técnicos relacionados às operações e possui três subcomitês: Gestão de Desempenho, Projetos de Capital e Técnico.

A Figura 7, a seguir, apresenta a estrutura dos Comitês de assessoramento. Em 2014, o Comitê do Projeto Quarta Pelotização foi dissolvido devido à conclusão

⁸⁴ Conforme o Jornal G1, o ex-executivo da mineradora Vale, José Carlos Martins, acusado de homicídio qualificado por causa da morte de 19 pessoas no desastre de Mariana, não é mais réu na ação penal transitada e julgada. Segundo o advogado, ele foi excluído do processo porque deixou o conselho de administração da Samarco quando os laudos atestavam que não havia risco de rompimento, em abril de 2013. No entanto, o nome dele consta em 2013 e 2014 nos relatórios de sustentabilidade da Samarco.

das obras. Porém, ainda mantiveram quatro comitês, pois foi criado o Comitê de Auditoria, ligado ao Comitê de Finanças e Estratégia. Também em 2014 o tema riscos foi incorporado à estrutura de governança com a criação do Subcomitê de Riscos vinculado ao Comitê de Finanças e Estratégia.

Figura 7 – Comitês de assessoramento (2012)



Fonte: Samarco, 2012, p. 19 (Organograma da Samarco S.A.).

A estrutura de governança da Samarco permaneceu relativamente estável entre 2012-2014, inclusive com poucas mudanças dos componentes do Conselho de Administração, CEO e Diretoria.

- **Sobre a Diretoria Executiva**

A Diretoria Executiva é responsável pela gestão da empresa e responde pelos resultados do negócio. O diretor-presidente não exerce funções no Conselho de Administração. À época, a Diretoria Executiva era formada pela presidência e cinco diretorias, sendo elas: Operações e Infraestrutura; Comercial; Financeira e Suprimentos; Implementação de Projetos; e Gestão Tecnológica e Sustentabilidade, temporariamente vaga e gerida internamente pelo diretor-presidente (Samarco, 2012). Em 2014, mudaram a denominação de duas diretorias: Projetos e Ecoeficiência e de Planejamento e Gestão Sustentável (Samarco, 2014b, p.16).

Figura 8 – Composição da Diretoria Executiva da Samarco (2012)

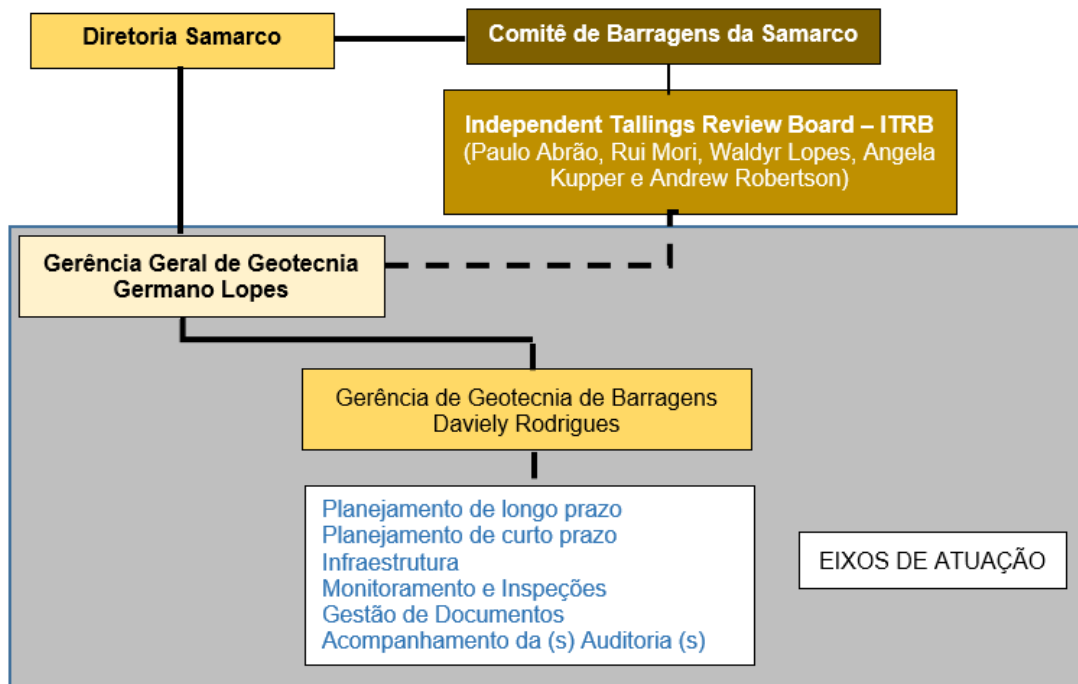
Composição da Diretoria Executiva	
Diretor-Presidente	Ricardo Vescovi de Aragão
Diretor Financeiro e de Suprimentos	Eduardo Bahia Martins Costa
Diretor de Operações e Infraestrutura	Kleber Luiz de Mendonça Terra
Diretor de Implementação de Projetos	Maury de Souza Júnior
Diretor Comercial	Roberto Lúcio Nunes de Carvalho
Diretor de Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade	Temporariamente vago

Fonte: Samarco, 2012, p. 18.

Sobre a gestão das barragens, não foi encontrado nos relatórios divulgados pela Samarco o detalhamento do organograma da empresa, por isso, as informações foram obtidas no documento do Ministério Público Federal (2016). Observa-se que havia diferentes setores internos envolvidos na gestão dos rejeitos e também consultores contratados para assuntos referentes a barragens e disposição de rejeitos.

A seguir, a Figura 9 apresenta a estrutura da gestão de barragens da Samarco, conforme o organograma disponibilizado pelo MPF (2016a, p. 165):

Figura 9 – Estrutura organizacional da gestão de barragens da Samarco



Fonte: MPF, 2016a, p. 165 (Fonte original: Samarco S.A.).

Segue abaixo uma descrição sucinta dos diferentes órgãos internos e externos e suas atribuições, conforme os dados do MPF (2016a, p. 166-167):

a) Diretoria: a esfera de gestão da empresa, o órgão máximo na estrutura operacional, responsável pelas decisões sobre os assuntos ligados à gestão e governança, além de representar judicial e extrajudicialmente a empresa;

b) Comitê de Barragens da Samarco (CBS)⁸⁵: órgão interno e exclusivo da Samarco, criado ainda antes da barragem de Fundão entrar em operação. Vinculado à Diretoria de Operações e Infraestrutura. A composição do CBS integrava os representantes dos diferentes internos concernentes ao tema: o diretor-presidente (Ricardo Vescovi), o diretor de operações e infraestrutura (Kleber Terra), um representante do ITRB, o gerente geral de geotecnia (Germano Lopes), o gerente geral de engenharia e implantação de projetos (José Luiz Furquim), o gerente geral de operação de mina (João Pedro) e, quando necessário ou convocado, representantes da gerência geral de meio ambiente e gerência de geotecnia de barragens;

c) *Independent Tailings Review Board (ITRB)*: grupo formado por consultores independentes, de renome nacional e internacional, contratados pela Samarco para assuntos referentes a barragens e disposição de rejeitos;

d) Gerência Geral de Geotecnia (GGGT): atuava na governança e gestão das barragens da Samarco; responsável legal pela operação e segurança das barragens; coordenação geral do Plano de Ações Emergenciais das Barragens; planejamento estratégico de longo prazo; desenvolvimento de projetos de engenharia para as barragens. Essa foi denominada Gerência Geral de Geotécnica e Mineroduto e o gerente era Germano Lopes. Em outubro de 2014, as funções da gerência foram incorporadas às atribuições de Wagner Milagres (Gerente Geral de Operação de Mina).

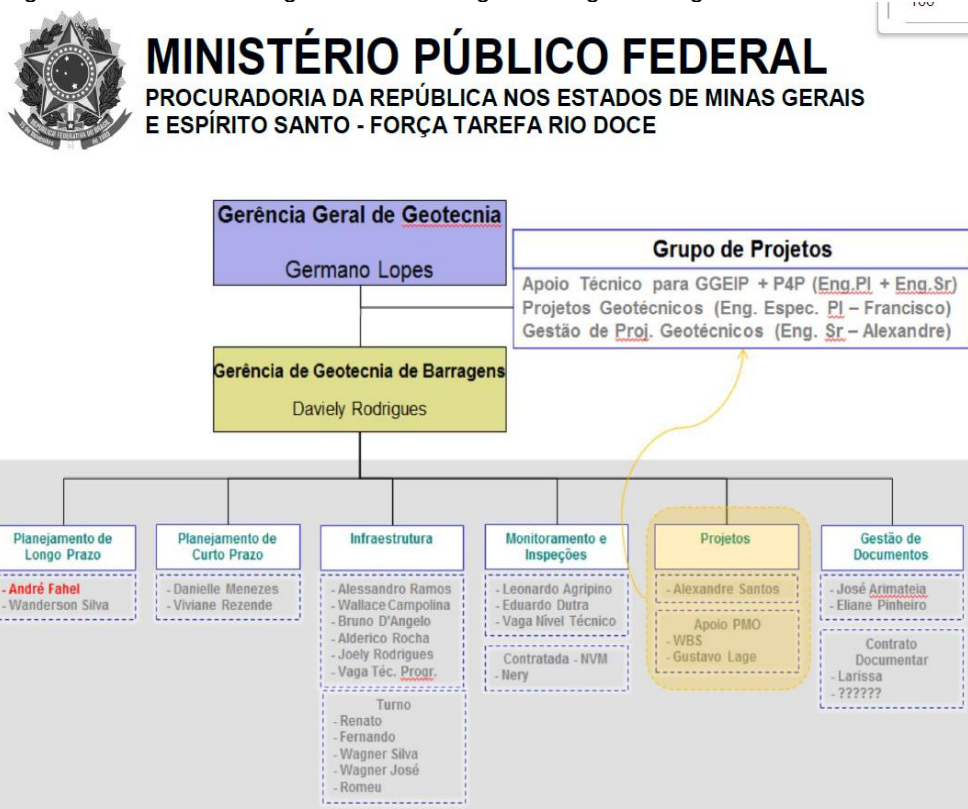
⁸⁵ Conforme o MPF (2016, p. 96) “O Comitê de Barragens foi criado ainda antes da entrada em operação definitiva de Fundão. Na forma de seu estatuto, suas competências seriam as seguintes: a) Avaliação periódica da situação das barragens de rejeitos e água; b) Analisar criticamente e aprovação formal dos resultados das auditorias técnicas de barragens; c) Avaliar as condições de gerenciamento das barragens; d) Avaliar atendimento aos planos de ação resultantes das auditorias; e) Encaminhar recomendações relativas ao aprimoramento dos processos de auditoria e gerenciamento das barragens. Em sua fase inicial, a composição do Comitê contava com a participação permanente do Diretor-Presidente, do Diretor de Operações, do Gerente-Geral de Operações de Mina, do Gerente-Geral de Operações de Pelotização, do Gerente-Geral de Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Relações com Comunidades e do Gerente de Mineração. Havia possibilidade de participação de convidados externos. As reuniões do Comitê executivo de Barragens teriam frequência quadrimestral e deveriam constar da Agenda de Eventos Corporativos”.

e) Gerência de Geotecnia de Barragens (GGB): responsável técnico pela operação e manutenção das barragens e pela gestão e desenvolvimento de projetos técnicos específicos. Dividia-se em macroprocessos, sendo:

- (1) Planejamento de Curto Prazo: rotinas
- (2) Monitoramento e Inspeção: acompanhamento, análise e controle das respostas dos instrumentos instalados nas estruturas;
- (3) Infraestrutura de Geotecnia: operacionalidade das estruturas de disposição de rejeitos;
- (4) Gestão de Documentos: organização e padronização dos documentos relacionados ao sistema de disposição de rejeitos;
- (5) Responsável Técnico – RT*: profissional do quadro fixo de funcionários, com reconhecida capacidade técnica e visão estratégica do negócio, responsável pela segurança e operação das barragens, papéis que foram desempenhados pelos gerentes Germano Lopes (segurança das estruturas) e Daviely Rodrigues (operação das estruturas).

A seguir, a Figura 10 mostra a estrutura organizacional da gerência geral de geotecnia da Samarco S.A., incluindo os responsáveis pela função, conforme o organograma da empresa disponibilizado pelo MPF (2016a, p. 165):

Figura 10 – Estrutura organizacional da gerência geral de geotecnia da Samarco



Fonte: MPF, 2016a, p. 166 (Fonte original: Samarco S.A.).

Observa-se que havia diferentes setores envolvidos na gestão/administração das barragens e dos rejeitos. Os setores tinham diferentes perfis e funções, por exemplo, consultores e gestores. No entendimento do MPF (2016a), “a SAMARCO foi incapaz de conseguir implementar uma estrutura organizacional com definição clara de papéis e responsabilidades dos grupos internos e externos” (Idem, p.169). Dentre os problemas causados, a investigação apontou situações vivenciadas no fluxo das informações entre os variados tipos de responsáveis pelas barragens. Embora houvesse especialistas de renome nacional e internacional contratados pela empresa, os gestores/administradores detinham o monopólio das informações, os detalhes dos projetos construtivos e operacionais, a vigilância e o controle sobre a fonte de perigo (barragem de Fundão). Em síntese, a análise do MPF concluiu que “a complexa e confusa estrutura acima apresentada representou uma das principais falhas no contexto das concausas que concorreram para o rompimento em 2015 (Idem, p. 169).

B – Gestão de risco

As investigações do MPF (2016a) apontaram que a direção da Samarco conhecia os riscos das barragens, inclusive da barragem de Fundão. O gerente geral de riscos e controles internos da Samarco, Gustavo Barbosa Vargas, informou que os assuntos relacionados à gestão de riscos eram tratados em reuniões de Diretoria, em Subcomitês, Comitês e Conselho de Administração (Idem, p. 183). Tal afirmação também se confirma pelos dados dos relatórios anuais de sustentabilidade da Samarco.

Havia diretrizes formais da empresa sobre esse tema, tais como a Política de Gestão de Riscos e o Manual de Gestão de Riscos Corporativos (Samarco, 2013a, p. 18). Em 2013, a gestão de risco se tornou prioridade para a Samarco. Tal decisão foi divulgada pela empresa ao afirmar a importância da gestão de riscos para garantir a perenidade dos negócios: “[...] por meio dela, planejamos nossas atividades a fim de preparar a Empresa com relação a externalidades que podem afetar nossas estratégias e operações” (Idem). Nesse sentido, conforme visto no item anterior, em 2012-2013, a Samarco realizou um amplo trabalho interno sobre o tema e, em 2014, a gestão de riscos foi incorporada à estrutura de governança com a criação do Subcomitê de Riscos vinculado ao Comitê de Finanças e Estratégia (Samarco, 2014, p. 21).

O processo interno da empresa considerava que as etapas de identificar, avaliar e tratar os riscos poderiam impactar os objetivos corporativos com vista a se antecipar na resolução dos problemas. Os riscos identificados eram classificados em cinco categorias dentro da cadeia produtiva da Samarco – Estratégicos, Operacionais, de Projetos, Financeiros e de Conformidade e de Saúde e Segurança. Após a identificação e classificação, os riscos eram categorizados pelo nível de materialidade (relevância e criticidade). Os “riscos materiais” eram considerados de maior importância, entre os quais, barragens, mineroduto, operações portuárias (Samarco, 2013a, p. 12).

Ainda segundo a Samarco (2013a), naquele ano foi realizada uma ampla revisão e avaliação dos riscos materiais e, finalmente, foram considerados 18 itens nessa categoria. O mapeamento dos riscos foi feito em 12 seminários, com

participação de 140 empregados, que revisaram os controles e propuseram melhorias e planos de ação. O trabalho compilado foi validado pela gerência, pela diretoria e apresentado aos acionistas. Por fim, naquele ano, construíram um critério financeiro de materialidade para os riscos prioritários, no valor de US\$ 125 milhões – o valor seria atualizado anualmente.

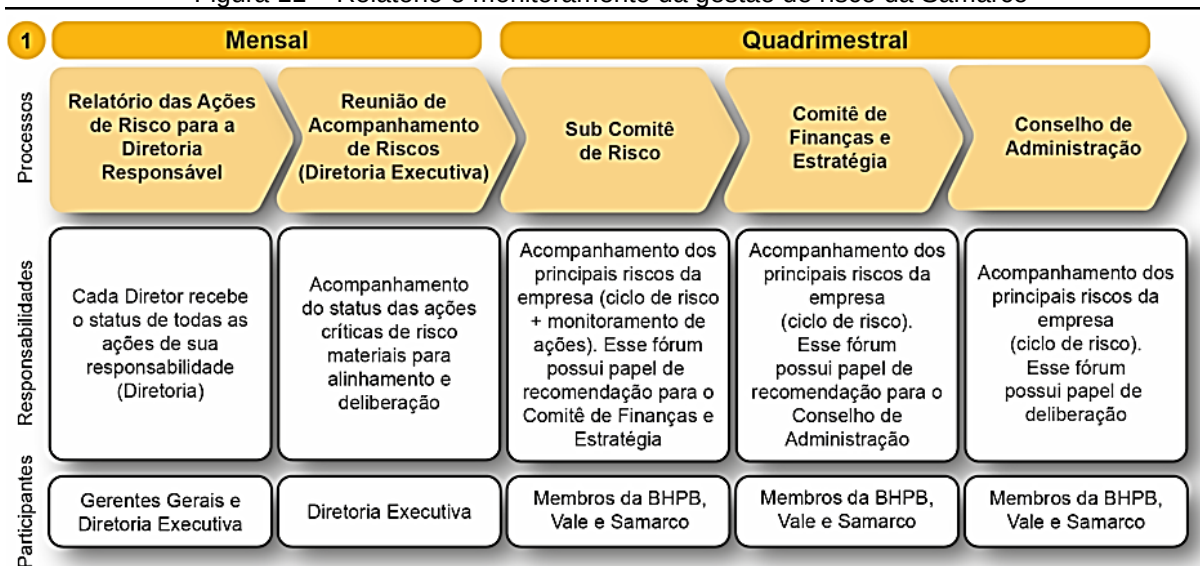
No ano seguinte, a empresa divulgou a continuidade do trabalho interno concernente à gestão de riscos:

Ao longo de 2014, foram realizados mais de 30 seminários de avaliação de riscos, entre estratégicos, operacionais e de projetos, além de avaliações conjecturais, como as ligadas a importantes eventos (Copa do Mundo e eleições federais) e à disponibilidade de energia elétrica. Mais de 300 empregados foram envolvidos. No total, foram mapeados 24 riscos considerados materiais e 48 riscos não materiais e elencadas mais de 500 iniciativas para tratamento (Samarco, 2014b, p. 21).

Depreende-se dessas informações que a empresa realizou um processo efetivo de institucionalização da gestão de riscos. O aprofundamento do tema foi traduzido em procedimentos burocráticos. Segundo o MPF (2016a, p. 182), “o principal documento sobre os resultados das avaliações de riscos era o Registro de risco”. Esse documento continha o detalhamento minucioso e categorizado (operacional, estratégico ou projetos). Dentre os critérios do Registro, constavam o histórico das ocorrências, a avaliação do risco com memória de cálculo e análises feitas, o plano de ação para o tratamento do risco, entre outros. O Registro dos riscos identificados eram remetidos às instâncias superiores para os devidos encaminhamentos.

O Fluxograma contido na Figura 11, a seguir, apresenta a organização interna da empresa para tratar as informações concernentes ao Relatório e Monitoramento da Gestão de Risco, inclusive a periodicidade das reuniões de cada órgão interno. Observa-se que estão consignadas as diretrizes para a atuação de cada setor ou nível de responsabilidade na hierarquia da empresa.

Figura 11 – Relatório e monitoramento da gestão de risco da Samarco



Fonte: MPF, 2016a, p. 184 (Apresentação de Risco – fonte original – Samarco S.A.).

Observa-se que a Samarco efetivamente instituiu uma política interna de gestão de riscos, porém, o rompimento da barragem é uma evidência incontestável do fracasso da gestão de risco da empresa. O que causou tal disjunção entre a dimensão estratégica e operacional da empresa? A resposta a essa questão demandaria uma análise institucional bem cuidadosa que extrapola o objeto desta tese. No entanto, as investigações do MPF (2016a) oferecem informações relevantes que contribuem para compreender o que ocorreu.

O MPF (2016a, p. 184) apurou duas situações de riscos identificados que supostamente estavam sendo acompanhados pela Samarco desde 2009: os riscos denominados “falha crítica no processo de operação de barragens” e “falha crítica no processo de implementação de barragens e pilhas de estéril”⁸⁶.

A título de exemplo, seguem algumas informações sobre o registro identificado como “GGH 03 Falha crítica no processo de operação de barragens.xlsx”, relativo ao ano de 2015. O responsável pelo Registro do risco foi “Wagner Milagres e, por parte da Geotecnia, estavam envolvidos Daviely Rodrigues Silva, Viviane Aparecida Rezende, Wanderson Silvério Silva e Breno de Matos Castilho”, conforme o MPF

⁸⁶ Conforme o MPF (2016a, p. 184), “os documentos juntados na mídia de fls. 268 do PIC MPF 1.22.000.003490/2015-78, na pasta “N – Docs Riscos”, demonstram, com clareza, que a probabilidade do rompimento da barragem de Fundão e suas consequências eram de pleno conhecimento de todos que lidavam com o dia a dia da gestão desses riscos específicos. Cuida-se de documentos internos da SAMARCO e que só vieram a público no curso da investigação realizada pelo MPF, a revelarem o conhecimento da possibilidade de ocorrência da tragédia”.

(2016a, p. 184). O formulário do Registro previa um campo para a descrição do evento no qual estava consignado:

Este risco contempla tanto o rompimento da estrutura geotécnica em si quanto os transtornos operacionais que podem ocorrer no dia a dia da operação, causando interrupções críticas. São exemplos destas interrupções: pequenos deslizamentos, cheias, recalques, pipings em diques intermediários etc., além disso, contemplam neste risco interrupções geradas por questões não técnicas como, por exemplo, reclamações de comunidades vizinhas devido à geração de poeira. Fazem parte do escopo deste risco as estruturas de disposição de rejeitos e água: Fundão, Santarém, Germano, Matipó, Norte Ubu, Cava de Germano e Muniz Freire (MPF, 2016a, p. 184).

Esse registro classificou a severidade do risco com fator “300”, em conformidade com os critérios do Manual de Riscos Corporativos da Samarco, o qual remete às sequências identificadas no quadro abaixo:

Quadro 3 – Registro de risco no processo de operação de barragens

Saúde e Segurança	Meio Ambiente	Comunidade	Reputação	Legal	Financeiro	Fator de Severidade
>20 fatalidades. Incapacidade permanente (>30% do corpo) a mais de 100 pessoas	Impacto grave (>20 anos) à terra, biodiversidade, serviços ambientais, recursos hídricos ou ar.	Colapso parcial da ordem social. Dano generalizado a itens da cultura global. Infração muito séria ao patrimônio cultural. Empresa diretamente responsável ou cúmplice de impacto severo aos direitos humanos.	Repúdio pela mídia e várias ONGs. Ação direta da empresa (incluindo ações de parceiros contratados) resultando em problemas de reputação. Grandes processos violentos (>100 pessoas) resultando em fatalidades.	Perda da licença de operação válida. Encerramento forçado da operação. Processo de ato de concentração ou inquérito de práticas de corrupção no exterior.	USD 250 milhões – USD 250 bilhões	300

Fonte: MPF, 2016a, p. 185.

É notória a precisão do documento elaborado por Wagner Milagres em relação aos possíveis danos se compará-los aos impactos do colapso da barragem de Fundão. Tal registro foi encaminhado para Daviely Rodrigues Silva, Viviane Aparecida Rezende e Wanderson Silvério Silva, responsáveis pelo controle dos “Requisitos de operação e segurança das barragens (manuais de operação e auditorias associadas)”. Apesar da gravidade dos riscos, a informação do Registro foi desconsiderada pela própria equipe da Samarco, responsável pelo encaminhamento do problema, conforme se verifica no comprovante abaixo:

Figura 12 – Controle dos requisitos de operação e segurança de barragens

4. O controle é confiável?	Médio	As deficiências encontradas podem impactar o objetivo do controle.	13%	Não, as verificações estão sendo realizadas, porém as informações oriundas desta avaliação não são passadas de forma formalizada. Quando há falhas/não-conformidade, são tratados em fóruns e caso alguma anomalia seja constatada, planos de ação são realizados.

Fonte: MPF, 2016a, p. 186.

Embora houvesse problemas no fluxo interno da gestão de risco, as investigações do MPF (2016a, p. 187) demonstram que havia conhecimento e análise dos riscos de barragens na Samarco. Dando prosseguimento às informações, seguem os dados e documentos concernentes ao Registro de risco denominado “GGH 03 Falha crítica no processo de operação de barragens”.

A Figura 13 apresenta a memória de cálculo dos riscos de barragens, considerando a PROBABILIDADE 2014 comparada ao ano anterior. Observa-se que a análise dos riscos registrou uma variação positiva na classificação de 2014 comparada à de 2013, respectivamente a variação de 0,1 e 0,3. Na descrição da análise feita, constam as ações implementadas pela empresa em 2014. Considerando a barragem de Fundão, depreende-se que, para o avaliador, as ações implementadas pela empresa teriam resolvido os problemas.

É importante notar ainda que, em 2014, foram analisados dois fatores específicos, o perigo sísmico e o potencial de dano da operação da lavra da Fábrica Nova pertencente à Vale S.A. e se descartou tais fatores como agravantes de risco da barragem em Mariana. Depreende-se que a Samarco monitorou os fatores externos que poderiam impactar as barragens da empresa. No entanto, como se verá mais à frente, as condições da barragem de Fundão não suportaram os alteamentos feitos pela Samarco, em ritmo acelerado, a partir de 2014, especialmente após a inauguração da Quarta Usina de Pelotização.

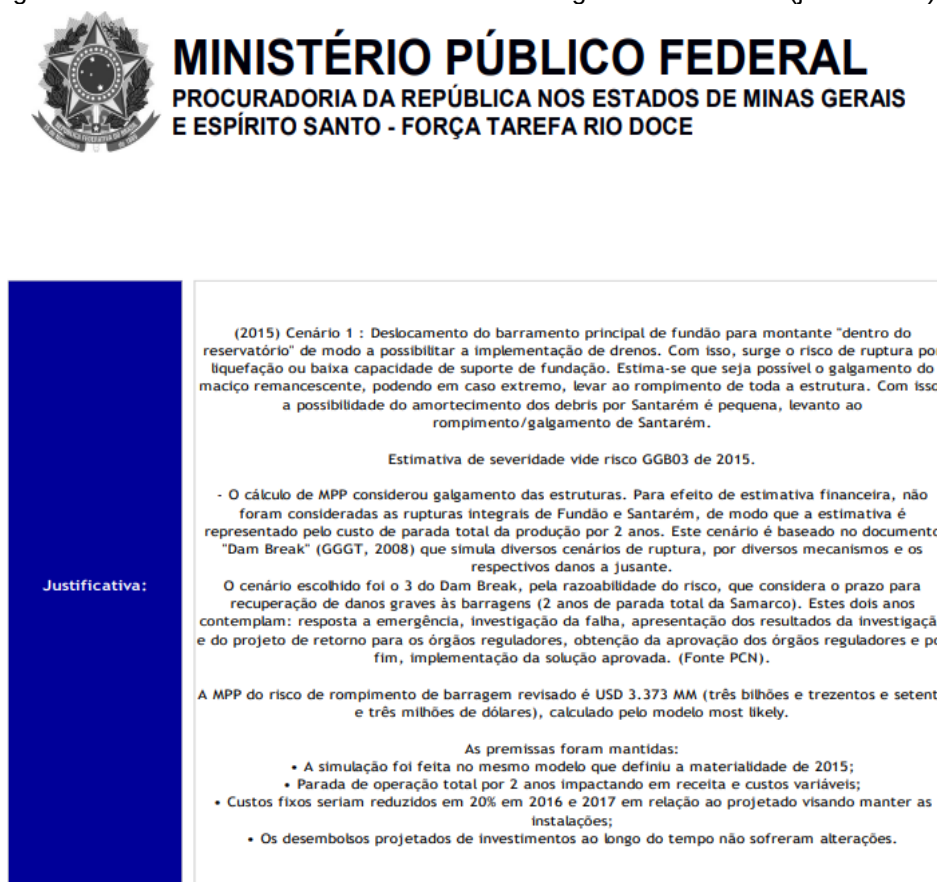
Figura 13 – Memória de cálculo da probabilidade do risco de barragens da Samarco

	MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL PROCURADORIA DA REPÚBLICA NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E ESPÍRITO SANTO - FORÇA TAREFA RIO DOCE
Memória de cálculo da PROBABILIDADE 2014 e Racional para mudança de 0,3 para 0,1	
PROBABILIDADE 2013	
Classificação = 0,3	
Memória de cálculo:	
Foi concluído que transtornos operacionais sérios são mais prováveis que rompimentos globais. Para o cálculo de probabilidade, foram utilizados os papers "Tailings Impoundment Failures", "Trends in the stewardship of tailings dams", "Chronology of Major Tailings Dam Failures" que listam os casos de rompimento de barragens de rejeito no mundo desde a década de 60. Segundo os autores do paper "Trends in the stewardship of tailings dams", transtornos operacionais sem rompimento possuem probabilidade de 1% (chamados de "minor failures"), no entanto é necessário considerar que as maiores causas são: sísmica (responsável por 1/3 dos casos) e o baixo nível de gestão associado a estas barragens (países sem legislação específica e com padrões ambientais mais baixos). Os próprios autores (Peck, 1980) e (Martin & Davieis) consideram este valor (1%) muito alto, necessitando uma revisão. Considerando que a região de operação a Samarco não é uma região de atividade sísmica registrada e que a Samarco possui um nível relevante de controles operacionais, considera-se a probabilidade de 0,3.	
PORÉM, EM 2014, FOI CONCLUÍDO QUE A PROBABILIDADE VIGENTE REDUZIU PARA O NÍVEL DE 0,1, DEVIDO ÀS MELHORIAS IMPLEMENTADAS E EXPLICITADAS ABAIXO	
PROBABILIDADE 2014	
Classificação = 0,1	
Memória de cálculo:	
- Sísmica: foi elaborado um estudo de potencial de ocorrência de sismos "Determinação do perigo sísmico na área da barragem de rejeitos da Samarco em Mariana-MG" onde foi constatado que o período de recorrência de um evento sísmico com magnitude capaz de provocar um dano significativo nas estruturas é de 50 anos. (Base de dados 1824 – 2013) - Desmonte de áreas adjacentes: estudo junto com a VALE onde foi constatado que as magnitudes inerentes da operação de lavra ou desmonte na mina Fábrica Nova tem potencial de dano baixíssimo. - Gestão: Automatização dos instrumentos de medição, implantação de modelos de gestão de barragens baseado em atividades preventivas considerando eventos que comprometam a segurança da infraestrutura, implantação do PAE e do PCN com simulados; adequação da estrutura organizacional; conclusão das obras que geravam maior risco no FMEA: plugagem das galerias principal e secundárias, conclusão do extravasores da barragem de Fundão; alteamento dos diques de Sela, Tulipa e Selinha implantação do manual do FMEA; execução periódica de FMEA; implementação de gestão de manutenção do sistema de transporte de rejeitos; implementação de equipe de processo de controle de qualidade dos alteamentos; criação do plano de manejo de rejeito; aumento da acurácia do monitoramento topográfico; implantação de uma malha de marcos topográficos confiáveis com base no padrão IBGE "marcos de centragem forçada" (sistema de coordenadas unificado), acompanhamento mensal do volume disponível para amortecimento de cheias.	

Fonte: MPF, 2016a, p. 187.

Ainda há outra evidência, retirada dos documentos da Samarco, concernentes à "2015 GGH 02 Falha crítica no processo de implementação de barragens", conforme o MPF (2016a). As figuras a seguir mostram que havia absoluto conhecimento na empresa de que as ações por ela implementadas agravaram os riscos da barragem de Fundão, entre as quais, o recuo do eixo da barragem, realizado entre 2012 e 2013. Eis o excerto do documento:

Figura 14 – Memória de cálculo do risco de barragens da Samarco (justificativa)



Fonte: MPF, 2016a, p. 188.

Na Figura 14, acima, observa-se que, em 2015, antes do desastre, a empresa calculou os custos de ruptura integral das barragens de Fundão e Santarém considerada a “parada total da produção por dois anos”, ou seja, o prazo necessário à recuperação dos danos, a resposta à emergência, investigação da falha, inclusive os procedimentos necessários para o retorno das atividades. Os cálculos feitos antecipadamente foram bastante assertivos, embora alguns dados tenham sido subestimados. Por exemplo, previram dois anos de “parada total da Samarco” sendo que, após o desastre, demorou cinco anos para o retorno às atividades. Outra informação impressionante é o cálculo financeiro estimado pela empresa, “a MPP do risco de rompimento de barragem revisado é USD 3.373 MM (três bilhões e trezentos e setenta e três milhões de dólares), calculado pelo modelo *most likely*” (MPF, 2016a, p. 188). Tais evidências demonstram o conhecimento prévio da real possibilidade de rompimento da barragem pela empresa e elimina as dúvidas sobre o desastre ter sido accidental. Talvez os analistas não soubessem exatamente quando o colapso aconteceria, pois, o quadro acima apresenta que os “custos fixos seriam reduzidos

em 20%, em 2016 e 2017, em relação ao projetado, visando manter as instalações”, o que indica a possibilidade dessas datas serem concernentes à previsão do risco de ruptura.

A Figura 15, apresentada a seguir, foi retirada do mesmo documento da Samarco e descreve a concretização do risco identificado em 2015. Observa-se também a assertividade da análise feita pela empresa em relação aos possíveis impactos a terceiros. Destaca-se o detalhamento dos danos socioeconômicos e socioambientais, considerando que a análise foi feita antes do rompimento da barragem de Fundão. Ademais, vale lembrar que sequer as sirenes foram instaladas no local para avisar a população do perigo de ruptura.

Figura 15 – Memória de cálculo do risco de barragens da Samarco (concretização do risco)

2 a 20 fatalidades ou incapacidade permanente (>30% do corpo) a mais de 10 pessoas.	Memória de cálculo: Fatalidades	12 fatalidades do efetivo de projeto + 5 fatalidades do efetivo operacional
Impacto sério ou extensivo (<20 anos) à terra, biodiversidade, serviços ambientais, recursos hídricos ou ar.	Memória de cálculo:	Impacto na bacia do córrego Santarém, danos a mata ciliar, sistema de drenagem. Poluição da água e do solo. Danos ao ecossistema de interesse ambiental acima de 30 ha e com tempo de recuperação de cerca de 5 anos.
Impactos à segurança ou à saúde da comunidade (> 50 famílias) ou violações aos direitos humanos; perturbações estendidas à vida das pessoas (> 200 famílias), danos severos a >200 casas ou infraestrutura da comunidade ou estruturas / objetos / lugares de importância cultural nacional.	Memória de cálculo:	Impacto à qualidade de vida da comunidade local. Possível violação à direitos humanos. Danos severos a propriedades ou infraestrutura públicas e privadas.
Atenção negativa séria da mídia nacional e internacional. Reação adversa do público em geral e das ONGs com interesse dos órgãos reguladores (<3 meses). Manifestação estruturada de empregados, ONGs ou comunidades com impacto significativo na reputação da Neoócin / Ativo.	Memória de cálculo:	Repercussão em mídia nacional, mobilização de ONGs e ativistas socioambientais contrários ao empreendimento
Processos por violações criminais, resultando em penas de prisão para os funcionários ou agentes ou réu por contencioso cível principal.	Memória de cálculo:	Ação civil do Ministério Público, multas e penalidades de órgãos ambientais e ações das famílias de vítimas ou impactadas.

Fonte: MPF, 2016a, p. 189.

Diante de um risco de desastre tão grave, o que fez a Samarco? Como visto anteriormente, os riscos eram acompanhados periodicamente pela Diretoria, pelos Comitês e Subcomitês, e pelo Conselho de Administração. Havia uma política de gestão de risco com critério financeiro para os riscos prioritários no valor de US\$125 milhões, definido em 2013, a ser atualizado anualmente. Os custos das falhas críticas na operação de barragens superavam a soma total de todos os demais riscos controlados. O Quadro 4, a seguir, evidencia a análise de custo dos riscos controlados

e apresenta os valores previstos para cada item na planilha da Samarco extraída de “2015 GGH 02 Falha crítica no processo de implementação de barragens 3”, conforme apurou o MPF (2016a, p.190).

Quadro 4 – Custos dos riscos controlados pela Samarco

Risk Owner	Risks (summarized names)	Prob.	Sev.	RRR	MFL (Non financial)	MFL Financial (USD MM)
Wagner Milagres	Critical failure of dam operation	0,1	300	30	All aspects	\$3.373,00
Wagner Milagres	Critical failure of dam and waste dump implementation	3	30	90	All aspects	\$3.373,00
Sérgio Mileipe	Shiploader collapse	0,3	300	90	HS/Reputation	\$771,72
Marcio Perdigão	Environmental restrictions on mining operation	3	30	90		\$623,30
Vitor Quites	Critical failures of pipeline electrical rooms	0,3	300	90	Health & Safety	\$490,56
Gustavo Vargas	Corruption	1	100	100		\$450,00
Thiago Marchezi	Unavailability of automation systems in Ubu	1	100	100		\$371,34
Alvaro Resende	Explosion of starch silos in Concentrator I	0,3	100	30	Health & Safety	\$361,40
Thiago Coelho	Critical failures of beneficiation electrical rooms	0,3	300	90	Health & Safety	\$332,42
Marcos Gomes	Virus or invasion in automation system of Germano	1	30	30		\$239,74
Thiago Marchezi	Virus or invasion in automation system of Ubu	1	30	30		\$233,93
Vitor Quites	Disruption of pipeline III	1	30	30	Reputation/Environmental/Community	\$230,18
Thiago Coelho	Breakdown or failure of system of mills	1	100	100		\$211,19
Marcio Perdigão	Restriction of access to water in Germano	3	30	90		\$196,00
Alex Sandro da Silva	Interruption of shipping operation	3	30	90	Reputation/Environmental/Community	\$190,00
Vitor Quites	Disruption of pipeline I	3	30	90	Reputation/Environmental/Community	\$188,49
Marcos Gomes	Unavailability of automation systems in Germano	1	100	100		\$170,42
Alvaro Resende	Explosion of starch silos in Concentrator III	0,1	30	3	Health & Safety	\$167,03
Alysson Wernique	Collapse or critical interruption of furnace	0,3	100	30	Health & Safety	\$42,50
Wagner Milagres	Disruption of embankment in the mine	1	30	30	Health & Safety	\$3,12
Rubens Bechara	Transport accidents of employees and contractors	3	10	30	Health & Safety	\$0,94
Rubens Bechara	Work machine interaction	1	100	100	Health & Safety	\$0,91

Fonte: MPF 2016a, p. 190.

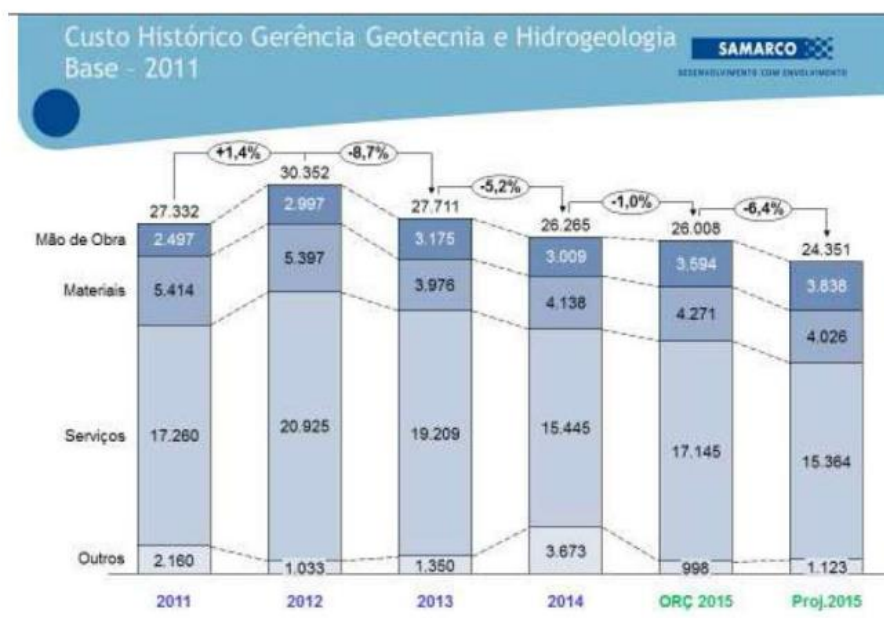
C – Sobre a redução de custos e os efeitos na barragem de Fundão

Os dados anteriormente apresentados fundamentaram a análise do MPF (2016a, p. 190-195). A investigação concluiu que a expansão da produção da Samarco tinha o propósito de aumentar os lucros e, mesmo em cenário de retração dos preços, o desempenho da empresa, em 2012, permitiu uma margem bruta de lucro acima de 60%, conforme apresentado anteriormente. Embora o resultado financeiro da Samarco tenha sido elevado, os preços do minério de ferro estavam em queda, tendo reduzido para US\$ 40,50/t em dezembro de 2015. Naquele cenário adverso, a empresa havia adotado uma estratégia de austeridade, visando garantir desempenho financeiro positivo e decidiu economizar na atividade de geotécnica e gestão de barragens. Acontece que o tipo de barragem a montante, o método construtivo adotado pela empresa, implicava despesas crescentes em inspeção, instrumentação, manutenção e atividades de controle permanente para assegurar a

estabilidade da estrutura. Por essa razão, o montante financeiro para a manutenção e operação da barragem deveria acompanhar proporcionalmente o crescimento da produção. Afinal, o aumento da produtividade baixava o custo unitário da tonelada de rejeito, mas sobrecarregava a barragem, no entanto, o que se constatou foi a redução anual dos recursos gastos com a segurança da barragem de Fundão. Segundo o MPF (2016a, p. 196), “tratou-se de uma decisão gerencial tomada pelo Conselho de Administração de incremento consciente de riscos”. Os custos realizados na Gerência de Geotecnia e Hidrogeologia, em valores absolutos, em “2014 foi R\$ 26.265.000,00 enquanto o custo orçado de 2015 foi R\$ 26.008.000,00, e o custo projetado para 2015 era R\$ 24.351.000,00, mostrando a tendência continuada de queda” (Idem). Apurou-se ainda que a redução foi de 29%, considerando o valor-base dos custos no ano de 2012.

A Figura 16, a seguir, apresenta uma planilha que sintetiza a evolução dos custos da Gerência de Geotécnica da Samarco. O detalhamento dos dados está disponível em MPF (2016a, p. 192-197).

Figura 16 – Evolução dos custos da Gerência de Geotécnica da Samarco



Fonte: MPF 2016a, p. 193 (fonte original – Samarco).

Em suma, a Samarco decidiu priorizar a gestão de risco enquanto expandia aceleradamente a produção. Ao contrário das expectativas, a estratégia expansionista suplantou os procedimentos preventivos e o resultado foi desastroso. Depreende-se

das informações obtidas que, no processo de mudança institucional implementado pelo novo diretor-presidente empossado, em 2012, ocorreu uma disjunção entre as dimensões estratégica e operacional da empresa. Tal disjunção pode ser evidenciada ao longo de três anos, desde a priorização da gestão de risco, em 2012, até o rompimento da barragem de Fundão, em 2015. Nesse período, embora a empresa priorizasse a gestão de risco, as ações e medidas adotadas na gestão da barragem de Fundão agravaram ainda mais os riscos potenciais causando o colapso.

Considerando a magnitude dos impactos do desastre nos objetivos corporativos e na perenidade dos negócios, faz-se necessário alguns elementos das circunstâncias específicas daquele momento com vista a perceber um pouco mais os determinantes do resultado desastroso. A empresa era bem avaliada no mercado e a expansão acelerada a colocou entre as dez maiores exportadoras brasileiras, sendo também a segunda mais importante no mercado transoceânico de pelotas de minério de ferro. Ao mesmo tempo que se expandia, ela se deparava com os atuais desafios impostos pelo crescimento. Entre as novas exigências, encontrava-se a “responsabilidade de desenvolver negócios que gerem valor para clientes, acionistas e sociedade, com um planejamento que considere riscos, oportunidades e impactos do negócio no curto, médio e longo prazos” (Samarco, 2013b, p. 20). Então, face aos recentes desafios, a direção da Samarco revisou a estratégia corporativa e adotou a gestão de risco como prioridade sem conseguir evitar um colapso devastador. Depreende-se, então, que o rompimento da barragem de Fundão pode ser considerado como uma expressão inconteste da disjunção que ocorreu na gestão de risco da Samarco. A análise dessa disjunção requer estudo específico no campo da administração de empresas e extrapola o objeto desta tese.

3.2 NATUREZA DOS RISCOS, FATOS E CIRCUNSTÂNCIAS⁸⁷

Na análise dos fatos relativos ao rompimento da barragem de Fundão, chama atenção, de modo particular, a surpresa de dezenas de trabalhadores que estavam

⁸⁷ Colapso ou rompimento de barragens consiste na definição estabelecida pela Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

no local envolvidos em atividades diárias de operação e manutenção, no momento em que se iniciou o rompimento da barragem que, segundo Morgenstern *et al.* (2016) ocorreu devido ao “deslizamento fluído por liquefação do fluxo que se iniciou na ombreira esquerda” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 25). A constatação, a posteriori, é que não havia sistema de alerta para o caso de emergência, sequer “sirene ou avisos luminosos” (MPF, 2016a, p. 54). Em meio ao caos, o que se constatou foi que os sobreviventes avisaram os demais, via rádio e verbalmente, contribuindo para que pudessem escapar do desastre. Os depoimentos das testemunhas presentes elucidam a forma como situação foi vivenciada.

Em algum momento após as 14:00 horas, muitos no complexo das instalações de Germano sentiram um tremor que durou vários segundos. Embora janelas tenham sacudido e objetos caído das mesas, aparentemente não houve qualquer dano sério. O trabalho foi retomado.

Às 15:45, gritos foram ouvidos nos rádios avisando que a barragem estava desmoronando. Uma nuvem de pó se formou sobre a ombreira esquerda, e aqueles mais próximos à área designada como “recuo” podiam ver trincas se formando no tapete drenante recém-construído. O talude acima deles estava começando a se mover “como uma onda” como se estivesse “derretendo”, trazendo a crista da barragem para baixo. Os rejeitos que eram considerados terreno firme apenas minutos antes se transformaram em um rio turbulento, galgando (transpondo), mas não rompendo a Barragem de Santarém logo a jusante para, em seguida, entrar no distrito de Bento Rodrigues seguindo a rota para seu destino final no mar (Morgenstern *et al.*, 2016a, p. 1).

As barragens de rejeitos de mineração são construções típicas de risco por suas características técnicas e estado de conservação, pois são portadoras de potenciais danos e prejuízos às comunidades humanas e aos ecossistemas situados a jusante do empreendimento, como também ao negócio empresarial. Por isso, a política de segurança de barragens deve ser considerada em todas as fases, desde o planejamento inicial, passando pelo projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, até a desativação e usos futuros, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 12.334/2010, art. 4º, inciso I.

A barragem de Fundão foi planejada, projetada, construída e operacionalizada pelo mesmo empreendedor⁸⁸. De acordo com dados do MPF (2016a, p. 197-201), a Samarco, como proprietária da barragem, assumiu a função de garantidora da

⁸⁸ A definição de empreendedor vigente à época, constava da Deliberação Normativa COPAM 87/2005, que assim estabelecia: “empreendedor: representante legal pelo empreendimento industrial ou minerário onde se situa a barragem”. Atualmente, conforme a Lei Federal nº 14.066/2020, Art.2º, Inciso IV, a definição precisou melhor o conceito, nos seguintes termos: “empreendedor: pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente”.

segurança do patrimônio nos termos dos artigos 1.128, § 1º e 937, do Código Civil; art. 4º, inciso III, da Lei nº 12.334/2010; e artigos 2º e 3º, da Lei nº 9.605/1998. Por sua vez, as controladoras, Vale S.A. e BHP Billiton Ltda., tinham o dever de dar garantia, nos termos do art. 116, da Lei nº 6.404/1976. Como será demonstrado adiante, os dirigentes das empresas tinham conhecimento dos diversos problemas da barragem, sabiam das falhas operacionais, inclusive sobre as “não conformidades” com as normas técnicas vigentes, e estavam cientes da situação típica de incremento de riscos não permitidos. No entanto, “mesmo devendo e podendo agir para evitar o rompimento da barragem de Fundão e os resultados penalmente desvalorados, deixaram de impedi-los” (MPF, 2016a, p. 197).

As constatações evidenciadas por investigações realizadas, em 2016, são aqui utilizadas, tanto os trabalhos do Ministério Público Federal (MPF) e dos auditores do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS)⁸⁹ quanto do Comitê de Especialistas, liderado pelo engenheiro geotécnico Norbert R. Morgenstern, que realizou uma investigação encomendada pelas empresas BHP Billiton Brasil Ltda., Vale S.A. e Samarco Mineração S.A.⁹⁰.

⁸⁹ Conforme Serra (2018, p. 133), “as quatro investigações (das polícias Civil e Federal, do Ministério Público Estadual e do Ministério Público Federal) chegaram a conclusões semelhantes, confirmadas – nos seus aspectos essenciais – pela análise de um painel de especialistas, coordenado pelo canadense Norbert Morgenstern”.

⁹⁰ Os documentos utilizados — MPF (2016a), MPF (2016b), MTPS (2016) e Morgenstern, *et al.*, (2016) — totalizam mais de quinhentas páginas de dados e análises elaboradas por profissionais de várias áreas do conhecimento especializado, os quais constituíram-se na principal fonte de referência das análises realizadas nos itens subsequentes deste Capítulo. Trata-se, dos seguintes documentos: **a) Ação Penal protocolada na Justiça Federal pelo Ministério Público Federal (2016a)** que apresenta as investigações que embasaram a denúncia contra os responsáveis pelo desastre proposta pelo Ministério Público Federal (MPF), em 20 de outubro de 2016, cujo Processo nº 0002725-15.2016.4.01.3822 tramita na Justiça Federal - este processo teve início na Vara Única de Ponte Nova - MG, sob o número de registro e-CVD 00449.2016.00013822.1.00261/00032; **b) Ação Civil Pública protocolada na Justiça Federal pelo Ministério Público Federal (2016b)** nº 23863-07.2016.4.01.3800 (Autos nº 60017-58.2015.4.01.3800 e 69758.61-2015.4.01.3400); **c) Relatório de Análise de Acidente: Rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana/MG (2016)**, um documento do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS), elaborado pela equipe de Fiscalização de Segurança e Saúde no Trabalho (SEGUR), designada pelo MTPS e constituída por cinco auditores: Marcos Ribeiro Botelho (CIF 35050-8), Mário Parreiras de Faria (CIF 40009-8), Cristiano da Silva Rodrigues Garcia (CIF 35040-0), Mara Queiroga Camisassa de Assis (CIF 35320-5) e Adriana Lúcia da Silva Jardim (CIF 35320-5); **d) Relatório sobre as Causas Imediatas da Ruptura da Barragem de Fundão (2016)** que consiste no resultado da investigação realizada pelo Comitê de Especialistas, juntamente com a empresa Cleary Gottlieb Steen & Hamilton LLP (CGSH) contratada pelas empresas BHP Billiton Brasil Ltda., Vale S.A. e Samarco Mineração S.A. para analisar a ruptura da Barragem. Os integrantes do Comitê foram quatro engenheiros geotécnicos especialistas em barragens de água e rejeitos, sendo eles, Norbert R. Morgenstern (Presidente), Steven G. Vick, Cássio B. Viotti, Bryan D. Watts, e dois sismólogos Gail Atkinson e Ivan Wong. Além desta equipe, “a empresa Klohn Crippen Berger forneceu suporte analítico, de campo e de laboratório, e a empresa TÜV SÜD prestou assistência local no Brasil” (Morgenstern, *et al.*, 2016, p. 2).

O objetivo deste item é explicitar a trama de fatores e contingências que agravou a situação de riscos já contidos na barragem de Fundão. As análises dos referidos documentos indicam que as medidas postas em prática pelos gestores da Samarco, visando solucionar os problemas que emergiam, ao invés de minimizá-los, somaram-se em cadeia, incrementando as fragilidades cumulativas que conduziram ao rompimento e causando o maior desastre ambiental da história brasileira.

As investigações realizadas pelas três instituições, acima mencionadas, apontaram que a causa imediata do rompimento foi a liquefação da barragem. Vale sublinhar, no entanto, que o amplo debate que se seguiu sobre os diversos aspectos técnicos e jurídicos, concernentes aos fatores determinantes do colapso da barragem de Fundão, extrapolam o objeto desta tese. O foco principal da pesquisa documental, levada a efeito aqui, está vinculado à dimensão da vulnerabilidade político-institucional como fator agravante do risco de desastres tecnológicos, um estudo acadêmico na linha de pesquisa sobre instituições, participação e políticas públicas.

Tendo em mente esse recorte, as referidas investigações demonstraram que a liquefação da barragem de Fundão ocorreu devido a um encadeamento de problemas e de medidas adotadas pelo empreendedor que agravaram os riscos dela. Entende-se que os problemas e medidas adotadas ocorreram na sequência cronológica das fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação e colapso da barragem. Considera-se, porém, que o agravamento dos riscos é um processo imbricado que entrelaça os problemas ocorridos e as medidas adotadas nas diferentes fases da barragem. A esse respeito, apenas como ilustração, a escolha do método construtivo e a definição das formas de monitoramento dos riscos são decisões preliminares cujos efeitos incidem em todas as fases da barragem. Nesse sentido, a apresentação dos fatos e circunstâncias busca destacar a evolução do agravamento dos riscos da barragem a partir das ações e medidas adotadas pelo empreendedor para evitar a paralização da produção devido à estratégia de expansão acelerada da capacidade produtiva da Samarco com vista a dobrar o valor da empresa em curto prazo.

Os principais fatos que especificam a natureza dos riscos e as circunstâncias decisórias estão sistematizados em oito itens: 1) Escolha do local para instalar a barragem de Fundão; 2) Classificação do risco de barragens; 3) Licenciamento ambiental de barragens; 4) Método de construção da barragem de Fundão; 5)

Construção da barragem: falhas e soluções adotadas; 6) Ações para manter o funcionamento da barragem; 7) Problemas do monitoramento dos riscos da barragem; 8) Colapso da barragem de Fundão: 05 de novembro 2015.

3.2.1 Escolha do local para instalar a barragem de Fundão

Vale sublinhar, inicialmente, que quando a barragem foi construída estava vigente como referência os critérios e parâmetros instituídos pela Deliberação Normativa COPAM nº 62/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. O art. 1º, estabelece uma série de definições, entre elas, o Inciso I define que barragem é “qualquer estrutura – barragem, barramento, dique ou similar – que forme uma parede de contenção de rejeitos, de resíduos e de formação do reservatório de água”. Porém, após os desastres ocorridos (Mariana, 2015; Brumadinho, 2019), em 2020, a Lei Federal nº 14.066, de 30/09/2020, art. 2º, Inciso I, definiu o seguinte conceito:

Barragem: qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.

A construção da barragem de Fundão foi uma decisão conjunta da Samarco, Vale e BHP Billiton, por deliberação unânime dos membros do Conselho de Administração durante a 42ª reunião ocorrida em 20/10/2005 (MPF, 2016a, p. 199)⁹¹. Tal decisão foi justificada considerando que, “em 2005, os depósitos de rejeitos existentes em Germano foram se aproximando de sua capacidade máxima e uma nova (terceira) planta de pelotização iria aumentar a produção de rejeitos arenosos e de lama” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 5). Portanto, seria preciso providenciar um novo

⁹¹ Embora a construção da barragem de Fundão tenha sido deliberada no final de 2005, os estudos de viabilidade do projeto iniciaram em 2003. Segundo Serra (2018), o engenheiro civil Joaquim Pimenta de Ávila foi o projetista da barragem. Ele começou a trabalhar para a Samarco em 1993. “Em 2003, iniciou os estudos de viabilidade de Fundão e apresentou seu projeto em 2007” (SERRA, 2018, p. 76). Ademais, em 2004, foi apresentado ao IEMA/ES o “Relatório de Impacto Ambiental da Terceira Pelotizadora da Samarco em Pontal de Ubu”.

local para abrigar os rejeitos a serem gerados, como parte integrante do planejamento estratégico de expansão acelerada da empresa, visando duplicar a produção e, conseqüentemente, produzir aumento proporcional da quantidade de rejeitos.

À época, ainda era incipiente a normatização dos critérios locacionais para o enquadramento legal dos empreendimentos arriscados em âmbito nacional. Não obstante, o estado de Minas Gerais já havia incluído na regulação do licenciamento ambiental a classificação de risco de barragens, cujos critérios de avaliação, porte e potencial poluidor, bem como os parâmetros correlatos, estavam devidamente regulamentados.

Os estudos iniciais contratados pela Samarco para construção de uma nova barragem, apresentaram três alternativas de locais para a disposição dos rejeitos: “vale do córrego Fundão; vale do córrego Brumado; e vale do córrego Natividade”⁹² (MPF, 2016a, p. 65). A decisão do empreendedor foi utilizar o vale do córrego Fundão por tratar-se “de um vale mais extenso e com maior encaixe natural, onde os diques seriam menores em comprimento, ainda que mais elevados” (MPF, 2016a, p. 66). Em termos locacionais, o vale do Fundão está situado na Bacia hidrográfica do Rio Doce, Sub-bacia do rio Piranga, Córrego Fundão (RADA, 2013, p. 2). Do ponto de vista da Samarco, o local era eficiente porque a instalação ficaria espremida em um vale estreito e oferecia vantagens, tais como: “quantidade modesta de aterro para a barragem em comparação com o volume de armazenamento obtido. Uma vez acima do fundo do vale, o reservatório se expandia para proporcionar uma grande capacidade em relação à área que ocupava” (Morgenstern, *et al.*, 2016, p. 7). Depreende-se, portanto, que o critério do menor custo operacional de descarte de rejeitos preponderou na escolha do local da barragem.

Tendo escolhido o local, em 2005, a Samarco apresentou aos órgãos públicos

⁹² Conforme o MPF (2016a, p.65), “a opção do vale do Córrego Brumado caracterizava-se por ‘disponibilizar grandes volumes para a acumulação de rejeitos ao longo de todo o leito de seu córrego, até no seu limite de jusante, quando termina o decreto da SAMARCO e inicia o da VALE’. Tratava-se de uma alternativa vantajosa quanto à segurança, já que não existia nenhuma cidade ou vila imediatamente a jusante de sua localização. Ainda que do ponto de vista ambiental, pudesse parecer desvantajosa, pois sua seleção ensejaria maior desmatamento que ao ocorrido em Fundão, tratava-se de um vale mais extenso e com maior encaixe natural, onde os diques seriam menores em comprimento, ainda que mais elevados’ (Laudo SETEC nº 994, fls. 27, Apenso XXIV, vol. I e II do IPL nº 1843/2015)”.

competentes do estado de Minas Gerais, no caso a SEMAD e a FEAM⁹³, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), necessários à obtenção da Licença Prévia (LP) para a construção da barragem. O EIA/RIMA foi elaborado pela empresa Brandt Meio Ambiente, Indústria, Comércio e Serviços Ltda. (MPF, 2016a)⁹⁴ e submetido ao processo de avaliação para o licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental de barragens é um procedimento obrigatório e regulamentado pelo Estado brasileiro. Entre 2005 e 2015, a barragem de Fundão passou por diferentes fases processuais de licenciamento, cumprindo com as leis e normas vigentes em cada uma das fases processuais ocorridas nesse período. Ao longo de dez anos foram concedidas pelo poder público sete licenças, considerando as Licenças de Instalação (LI) e Operação (LO), concedidas de forma concomitante em 2014 e 2015, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Fases processuais da barragem de Fundão (2005-2015)

Ano	Fases Processuais	Processo	Responsável
2005	Apresentação do Projeto	EIA-RIMA para construção da Barragem do Fundão	Samarco Mineração S.A. elaborado pela Consultoria Brandt Meio Ambiente
2007	Concessão de licença	Licença Prévia COPAM nº 006, em 26 de abril de 2007	COPAM
2007	Concessão de licença	Licença de Instalação n.º 068, de 28 de junho de 2007” (Idem).	COPAM
2008	Concessão de licença	Licença de Operação da Barragem do Fundão	COPAM
2011	Abertura de Procedimento	Renovação de Licença de Operação	Samarco Mineração S.A.
2011	Obtenção da Prorrogação	Prorrogação da Licença de Operação até 2013	COPAM
2012	Apresentação de projeto para Licença Prévia/Instalação	EIA-RIMA da Otimização da Barragem do Fundão	Samarco Mineração S.A. elaborado pela Consultora Sete Soluções e Tecnologia Ambiental
2013	Apresentação de projeto para Licença Prévia/Instalação	Apresentação de EIA-RIMA para Unificação e Alçamento das Barragens de Fundão e Germano	Samarco Mineração S.A. elaborado pela Consultora Sete Soluções e Tecnologia Ambiental

⁹³ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD e Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, cujos dados encontram-se no Processo SEMAD nº 00015/1984/054/2006, conforme o MPF (2016).

⁹⁴ Conforme o MPF (2016a), os dados encontram-se no Processo SEMAD nº 00015/1984/054/2006.

2013	Concessão de licença	Renovação da Licença da Operação da Barragem do Fundão	Samarco Mineração S.A.
2014	Concessão da Licença Prévia	Licença Prévia e de Instalação para Otimização da Barragem do Fundão	COPAM
Jun./2015	Concessão da Licença Prévia e de Instalação	Licença Prévia e de Instalação para Unificação de Fundão e Germano	COPAM

Fonte: Santos e Wanderley (2016, p. 104), adaptado pela autora, 2023.

3.2.2 Classificação de risco de barragens

A Classificação de risco de barragens é um instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei Federal nº 12.334, em 20 de setembro de 2010. Antes do desastre da Samarco, a lei estava regulamentada pela Resolução CNRH 143/2012, que normatizou os critérios gerais de classificação de barragens por Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA); e pela Portaria DNPM nº 416/2012, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispôs sobre o Plano de Segurança, a revisão periódica de segurança e as inspeções regulares e especiais; e também pela Portaria DNPM nº 526/2013, acerca da periodicidade, da qualificação do responsável técnico, do conteúdo mínimo e do nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência. Trata-se da política pública que estabeleceu o marco regulatório para a segurança de barragens no Brasil e definiu o prazo de dois anos para o empreendedor fazer as adequações às normas estabelecidas.

O fato de a PNSB/2010 ter sido instituída apenas cinco anos antes do desastre da Samarco não significa ausência de normativas federais para as atividades minerárias. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA⁹⁵), por meio da Resolução CONAMA nº 237/1997, havia estabelecido padrões e instrumentos para o licenciamento de atividades de extração e tratamento de minerais e outros empreendimentos potencialmente poluidores. Por sua vez, o Departamento Nacional

⁹⁵ O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, foi instituído pela Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual foi regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90.

de Produção Mineral (DNPM), órgão fiscalizador da mineração, tinha como principal referencial normativo a Portaria DNPM nº 237/2001 que estabeleceu Normas Reguladoras de Mineração (NRM) com o objetivo de disciplinar a exploração das jazidas de forma planejada e compatível com a busca da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e saúde dos trabalhadores.

Ademais, o estado de Minas Gerais havia se antecipado na regulação da classificação de barragens pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM)⁹⁶, que estabeleceu critérios e parâmetros para o licenciamento e fiscalização de barragens, por meio da Deliberação Normativa COPAM nº 62/2002 e, posteriormente, pela Lei Estadual nº 15.056/2004, complementada pelas deliberações normativas subsequentes, COPAM nº 87/2005 e nº 124/2008.

Em 2005/2006, quando o projeto da barragem de Fundão foi analisado pelos órgãos ambientais do estado de Minas Gerais, já havia regulação, tanto no âmbito do CONAMA quanto no âmbito dos órgãos ambientais de Minas Gerais (SISEMA). A Lei Estadual nº 15.056/2004, no seu art. 4º, definiu os critérios de classificação de barragens nos seguintes termos:

[...] as barragens serão classificadas de acordo com: (I) a altura do maciço; (II) o volume do reservatório; (III) a ocupação humana na área a jusante da barragem; (IV) o interesse ambiental da área a jusante da barragem; (V) as instalações na área a jusante da barragem.

Os parâmetros para a classificação haviam sido normatizados pela Deliberação Normativa COPAM nº. 62, de 17/12/2002, e posteriormente alterados e complementados pela Deliberação Normativa COPAM nº. 87, de 17/06/2005. Entre as definições estabelecidas no art. 1º da DN COPAM nº. 62/2002, além da definição de barragem (Inciso I), são também relevantes para o caso em tela os seguintes Incisos:

IV - definição de risco: “Probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, para a propriedade ou para o meio ambiente. O risco é avaliado em função das condições de implantação da barragem e da eficácia do sistema de gestão”;

V - definição de altura da barragem: “É o maior desnível entre a cota da crista da

⁹⁶ COPAM foi criado nos termos do Decreto nº 8.466, de 29 de abril de 1977, como órgão colegiado, diretamente vinculado à Secretaria de Estado da Infraestrutura, dos Recursos Hídricos e do Meio Ambiente – SEIRHMA, e é integrante do Sistema Estadual do Meio Ambiente.

barragem (topo) e a cota do pé do talude de jusante (talude externo)”;

VI - definição do volume do reservatório: “É o volume total do material, líquido e/ou sólido, depositado após a construção da barragem e durante os possíveis alteamentos, nele incluindo o material de assoreamento, vinculado ou não às atividades do empreendimento. Para isso, sempre se deve tomar como base a topografia da fundação do reservatório”;

VII - definição do volume do reservatório de contenção de resíduos sólidos: “É o volume total dos sólidos somado ao volume total de água captada no período de cheias, volume este considerado significativo”; e

XI - definição do porte da barragem e porte do reservatório: “O porte de uma barragem é determinado pela sua altura e o porte de um reservatório é determinado pelo seu volume”, conforme o Quadro 6”.

Quadro 6 – Critérios para definição do porte da barragem e do porte do reservatório

Porte da Barragem	Altura da Barragem H (m)	Porte do Reservatório	Volume do Reservatório Vr (m³)
Pequeno	$H < 15$	Pequeno	$Vr < 500.000$
Médio	$15 \leq H \leq 30$	Médio	$500.000 \leq Vr \leq 5.000.000$
Grande	$H > 30$	Grande	$Vr > 5.000.000$

Fonte: Deliberação Normativa COPAM nº. 62/2002.

Já o art. 2º definiu os parâmetros para classificação de uma barragem, considerando os seguintes aspectos:

a) Altura do maciço (H), em metros, b) Volume do reservatório (Vr), em metros cúbicos, c) Ocupação humana a jusante da barragem, à época do cadastro, em quatro níveis — 1) inexistente, 2) eventual, 3) existente: quando existem habitações na área a jusante, indicando riscos para vida humana, pois a barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II B: inertes, 4) grande: quando existem habitações na área a jusante, indicando riscos para vida humana, com agravante que a barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados como Classe I: perigosos, ou Classe II A: não inertes, d) Interesse ambiental da área a jusante, em três níveis (pouco significativo, significativo, elevado), e) Instalações na área a jusante,

em três níveis (inexistente, baixa concentração, alta concentração de instalações: (residenciais, agrícolas, industriais e infraestrutura de grande relevância).

Tendo em mente que, desde dezembro de 2002, havia critérios e parâmetros de classificação de risco de barragens normatizados pelo poder público, o que chama atenção, no caso da barragem de Fundão, é o fato das leis e normas não terem sido devidamente observadas pelos empreendedores, por um lado, e nem tampouco pelos órgãos ambientais de Minas Gerais, por outro. O descumprimento das leis e normas vigentes à época como fator agravante dos riscos da barragem de Fundão será detalhado nos próximos capítulos, após a apresentação dos fatos e circunstâncias que culminaram no desastre.

A – Classificação de risco da barragem de Fundão

A barragem de Fundão (BRF) foi planejada para ser um enorme empreendimento com características técnicas bem superiores aos parâmetros de barragem grande vigentes em 2005 – altura acima de 30 m e volume do reservatório acima de 5.000.000 m³. No projeto inicial, a altura total prevista era de 128 m (EL 920 m), conforme verificado pelo MTPS/SEGUR (2016, p. 43).

A BRF ficaria com uma altura total de 128 metros quando chegasse à EL 920m, conforme previa o projeto original, elaborado pela Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. Para agravar a situação, a Samarco estava realizando obras de drenagem na BRF visando o alteamento da mesma até a EL 940m, quando então ficaria com 148m de altura.

Quanto ao volume do reservatório, o projeto inicial previu que, na última etapa de alteamento, à elevação de 920 m, a barragem comportaria “aproximadamente 79.000.000 m³ de lamas (rejeito argiloso) e de 32.000.000 m³ para disposição de rejeitos arenosos (Brandt, 2005)”, conforme os dados do anexo I do RADA (SEMAD, 2013, p. 40)⁹⁷.

Porém, qual era a altura e o volume da barragem de Fundão no momento da ruptura? Os dados estimados variam de acordo com a fonte de pesquisa. Segundo o MTPS/SEGUR (2016, p. 23), a barragem atingiu a altura 108 metros (elevação da

⁹⁷ A Resolução CNRH nº 143/2012 e a Portaria DNPM nº 416/2012 estabelecem novos parâmetros para o volume do reservatório e classificam como GRANDE quando o mesmo atinge entre 25 e 50 milhões m³.

crista a 900 m) e o volume do reservatório chegou a 41 milhões de metros cúbicos. Conforme o MPF (2016a, p. 25), a barragem tinha “um volume aproximado de rejeitos da ordem de 55 milhões de metros cúbicos”. Morgenstern, *et al.* (2016, p. 1) dizem que a “crista tinha alcançado a elevação 900m, resultando em uma barragem com altura igual a 110 m”.

Outros documentos pesquisados apresentaram interessantes informações complementares. No Inquérito da Polícia Civil de Minas Gerais (2016, p. 97) consta que a área total da barragem, antes do desastre, era superior a 100 ha, a crista da barragem estava na elevação de 898 m (menor cota) e 900 m (maior cota), com 761 m de comprimento e 7 m de largura. A altura do barramento era 110 m e armazenava 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos.

O Laudo Preliminar do IBAMA (2015, p. 3) informa que “a barragem continha 50 milhões de m³ de rejeitos de mineração de ferro”. Esse laudo fez a diferença entre o volume do reservatório e a quantidade de rejeito vazado no momento do colapso da barragem: “Trinta e quatro milhões de m³ desses rejeitos foram lançados no meio ambiente, e 16 milhões restantes continuam sendo carreados, aos poucos, para jusante e em direção ao mar, já no estado do Espírito Santo” (Idem).

A barragem foi um empreendimento arriscado. Ainda na fase de planejamento, os empreendedores analisaram os perigos da barragem, conforme consta no EIA-RIMA/2005 apresentado pela Samarco aos órgãos públicos. O MPF (2016a, p. 65) apurou que o referido documento continha três cenários de perigos possíveis, em caso de acidentes, inclusive a possibilidade de rompimento da barragem de elevada magnitude com dimensão catastrófica. O Quadro 7 a seguir é um excerto do documento original da empresa. O destaque em vermelho, feito pelo MPF, ressalta o conhecimento prévio das empresas em relação aos graves perigos da barragem por elas planejados.

Quadro 7 – Avaliação Preliminar de Perigos – Operação da barragem (EIA-RIMA/2005)

ETAPA	PERIGO/ CENÁRIO ACIDENTAL	CAUSA	EFEITO	CATEGORIA DE RISCO	RECOMENDAÇÕES/ MEDIDAS DE PREVENÇÃO
Barragem de rejeitos	Vertimento excessivo de efluentes com carregamento de sólidos em suspensão e/ou dissolvidos	- Excesso de material assoreado; - Baixa capacidade de retenção;	- Alteração da qualidade das águas limitada à barragem de Santarém	Magnitude: III – Crítica Frequência: C – Provável Risco: III C – Elevado	- Monitoramento periódico da estabilidade e do assoreamento da barragem;

		- Chuvas excepcionais			- Manutenção do sistema de extravazão
	- Ruptura de pequeno porte na barragem com deposição ou acúmulo excessivo de sólidos e lamas na rede de drenagem logo a jusante da mesma, a montante do reservatório de Santarém.	- Falha estrutural; - Manutenção inadequada; - Excesso de material assoreado; - Baixa capacidade de retenção; - Chuvas excepcionais.	- Carreamento de sólidos e lama nos cursos d'água; - Danos a instalações limitado ao setor a montante na barragem de Santarém.	Magnitude: III – Crítica Frequência: C – Pouco provável Risco: III B – Moderado	
	- Grande rompimento da barragem com efeito dominó com rompimento da barragem de Santarém.	- Falha estrutural; - Manutenção inadequada; - Excesso de material assoreado; - Baixa capacidade de retenção; - Chuvas excepcionais.	- Carreamento de sólidos e lama nos cursos d'água; - Danos a instalações; - Ferimento e morte na população a jusante.	Magnitude: IV – Catastrófica Frequência: A – Improvável Risco: IV A – Moderado	

Fonte: MPF, 2016a, p. 65 – redigitado pela autora para se tornar legível, 2023.

Quanto ao dano potencial associado aos perigos da barragem, o MPF (2016a) observou que, embora o empreendedor tivesse previsto o perigo/cenário acidental de rompimento da barragem com “ferimento e morte na população a jusante”, paradoxalmente, o mesmo documento apresentou um diagnóstico socioeconômico restrito em relação ao meio antrópico. Ilustra essa constatação a forma como foi avaliada a comunidade de Bento Rodrigues, um povoado “fundado em 1697 pelo cabo Bento Rodrigues, e que já no censo de 1831 contava com 318 livres” (Idem, p. 61-62). Eis o excerto do EIA/2005⁹⁸:

Na perspectiva do meio antrópico, o empreendimento não conta com uma comunidade vizinha, entendendo o termo ‘vizinho’ como o que está ao lado. O entorno imediato do empreendimento é ocupado por matas nativas, plantações de eucalipto e planta industrial da CVRD. Por acréscimo, os atributos do relevo formam barreiras topográficas que dispõem obstáculos para a sua acessibilidade visual. A comunidade mais próxima encontra-se localizada a 06 km da área prevista para implantação e operação do empreendimento. Trata-se de um subdistrito do município de Mariana, denominado Bento Rodrigues, com uma população de 585 habitantes (MPF, 2016a, p. 62).

O entendimento quanto ao meio antrópico remete à comunicação social entre

⁹⁸ Conforme o MPF (2016a, p. 62), o excerto consta em “vide mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015”.

a empresa e as populações localizadas a jusante da barragem no tocante à gravidade dos riscos da barragem. Conforme analisado pelo o MPF (2016a, p. 61), esse tema foi tratado no EIA/RIMA que “constou a previsão de um contínuo programa de comunicação social entre a SAMARCO e as populações de jusante, no qual fossem, inclusive, democratizadas informações sobre a operação da barragem”. No entanto, as investigações após o desastre evidenciaram que a Samarco “não instituiu canais efetivos de comunicação com os funcionários e a população a jusante em caso de sinistro com a barragem, assim como não promoveu treinamento adequado aos envolvidos, de forma a orientá-los como se portar em situações de emergência” (Idem, p. 55).

Sobre esse aspecto, um Plano de Ação Emergencial foi debatido na 99ª reunião do Conselho de Administração da Samarco⁹⁹, realizada em 10/08/2011, quando o ITRB¹⁰⁰ apresentou avaliação sobre a “Segurança da Barragem de Germano e do Plano de Resposta às Emergências” (MPF, 2016a, p. 52). O referido Conselho, então, solicitou a Samarco uma avaliação do “custo e as implicações da recolocação das comunidades localizadas a jusante da barragem de Santarém” (Idem). No ano seguinte, em 08/08/2012, o assunto foi pauta da 108ª reunião do Conselho que recomendou priorizar esforços para reassentar as comunidades próximas às barragens de rejeitos, mas não houve providências até o rompimento da barragem. “A comunidade ficou lá onde estava, à deriva da sorte, enquanto o volume de rejeito lançado em Fundão só aumentava” (MPF, 2016a, p. 255-256).

Quanto aos aspectos socioambientais, a localização da barragem implicava riscos graves que poderiam impactar, tanto o local de instalação da barragem e seu entorno como também a área de inundação, em caso de rompimento catastrófico. No entanto, a área de risco foi subestimada. O vale do córrego do Fundão está situado na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, localizada inteiramente na Região Sudeste do Brasil. A área de drenagem abrange cerca de 84 mil km² e o rio principal percorre 853 km até a foz, no Oceano Atlântico. Uma região rica em

⁹⁹ Conforme o MPF (2016a, p. 51), “Ata do Conselho de Administração 99ª reunião, realizada em 10/08/2011. Ainda sobre as atas, o MPF informou que “todas as Atas de Reunião do Conselho de Administração seguem anexas a esta denúncia como Doc. 17” (Idem).

¹⁰⁰ O “ITRB é a sigla para *Independent Tailing Review Board*. Órgão externo, independente, de especialistas nacionais e internacionais e de controle dentro da gestão da empresa Samarco S.A.” (MPF, 2016a, p. 51).

biodiversidade, com 98% de sua área inserida no bioma de Mata Atlântica e 2% em área de Cerrado. Administrativamente, a região está subdividida em 225 municípios, sendo 200 mineiros e 25 capixabas e a população residente está estimada em 3,6 milhões de habitantes (ANA, 2016, p. 6). As informações socioambientais desse vasto território estão disponíveis nos sites governamentais, portanto, as empresas poderiam ter dimensionado a gravidade dos impactos do empreendimento desde a fase do planejamento da barragem de Fundão.

Em suma, após a Avaliação Preliminar de Riscos feita pelo órgão ambiental competente¹⁰¹, a barragem foi classificada no mais elevado grau de risco, isto é, Classe III, o que significa que ela tinha alto potencial de danos ambientais e humanos. O Quadro 8, mostra o enquadramento em 2015, tendo como referência os parâmetros da DN COPAM nº. 62/02.

Quadro 8 – Classificação de Risco da Barragem de Fundão

Parâmetros (Deliberação Normativa COPAM nº 62/02)	Enquadramento da Barragem de Fundão (2015)
Altura do maciço na data do rompimento (m)	108m (EL – Crista igual a 900m)
Volume do reservatório (m ³)	41.000.000 m ³
Ocupação humana a jusante da barragem, à época do cadastro	<u>Grande</u> : existem habitações na área a jusante da barragem e, portanto, vidas humanas serão atingidas
Interesse ambiental da área a jusante da barragem	<u>Elevado</u> : a área a jusante da barragem apresenta interesse ambiental relevante
Instalações na área a jusante da barragem	<u>Alta concentração</u> : existência de concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de grande relevância socioeconômico-cultural na área a jusante da barragem (Classificação dada pela equipe de fiscalização).

Fonte: MTPS/SEGUR (2016, p. 23)¹⁰²

O Quadro 8 apresenta as características técnicas da barragem. Porém, os parâmetros de classificação de risco de barragens, em 2015, incluíam as características técnicas, o estado de conservação do empreendimento e o atendimento ao Plano de Segurança da Barragem. Tais parâmetros foram regulamentados pela Resolução CNRH nº 143/2012 e complementados pela Portaria

¹⁰¹ Informações disponíveis na Ação Pública impetrada pelo MPF (2016a) que analisou o “Processo SEMAD nº 00015/1984/054/2006, fls. 248 e ss. (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015)” (MPF 2016a, p. 64).

¹⁰² De acordo com o MTPS/SEGUR (2016, p. 23), “no Relatório Anual de Lavra 2015/2014, enviado ao DNPM, a SAMARCO considerou como MODERADA a concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico-cultural na área afetada a jusante da barragem”.

DNPM nº 416/2012 que criou o cadastro nacional de barragens de mineração que deveria ser feito junto ao Relatório Anual de Lavra e pela Portaria DNPM nº 526/2013 que normatizou o Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM).

Existe uma variedade de dados sobre as características técnicas da barragem de Fundão. A discrepância das informações decorre de alterações das leis e normas e de modificações das características da barragem em função dos novos projetos apresentados pelo empreendedor (otimização, unificação e alteamento). Portanto, faz-se necessário ter atenção aos dados.

3.2.3 Licenciamento ambiental de barragens

A mineração é uma atividade econômica com relevante potencial de impacto ambiental, notadamente a deposição e armazenamento dos rejeitos minerários. Por essa razão, o processo de licenciamento ambiental é obrigatório para a construção de barragens de rejeitos de mineração.

O licenciamento ambiental é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e regulamentada pelo Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983, que normatizou o processo de licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras. Desde então, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), designada como Estudo de Impacto Ambiental (EIA), tornou-se um instrumento obrigatório para empreendimento público e privado. O decreto normatizou os procedimentos do licenciamento ambiental, estabelecendo a obrigatoriedade dos resultados do EIA constarem no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e dividiu o licenciamento em três fases: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (Brasil, 1983).

A Licença Prévia (LP) é a fase preliminar do processo de licenciamento e seus requisitos básicos abrangem o planejamento da localização, instalação e operação do empreendimento a ser licenciado, considerando os planos municipais, estaduais e federais de uso de solo e outros aspectos a serem observados. A Licença de

Instalação (LI) autoriza a fase de implantação do empreendimento, mediante a aprovação das especificações do Projeto Executivo que deve detalhar as ações de controle ambiental e demais condicionantes, segundo os riscos socioambientais concernentes a cada projeto. Por fim, a Licença de Operação (LO) que autoriza o início da atividade após a verificação do efetivo cumprimento das medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas pelos órgãos competentes (Idem).

A – Obtenção das licenças: Prévia (LP), Instalação (LI) e de Operação (LO)

Como vimos, no item 3.3.1, em 2005 a Samarco apresentou a documentação à SEMAD para obtenção da Licença Prévia (LP), que foi concedida por meio da Deliberação COPAM nº 006, em 26 de abril de 2007¹⁰³. A barragem foi classificada no grau mais elevado de risco, Classe III, conforme os critérios e parâmetros vigentes à época. Segundo o MPF (2016a, p. 71), a referida licença estabeleceu seis condicionantes, dentre elas:

[...] a condicionante 4 “apresentação do projeto executivo da barragem até a data de requerimento da LI” e a condicionante 3 “apresentar (até a data de requerimento da LI) o projeto das adequações que serão implementadas visando assegurar a estabilidade do depósito de estéril da Mina da CVRD (VALE), tendo em vista a possível interferência do lago da barragem sobre a mesma” (MPF, 2016a, p. 71, grifos nossos).

Durante as investigações realizadas após o desastre, o MPF (2016a, p. 71) identificou o não cumprimento de algumas condicionantes, dentre elas, a de número 4: “apresentação do projeto executivo da barragem até a data de requerimento da LI”. O projeto executivo é o documento que contém o detalhamento técnico da construção da barragem. Verificou-se que a Samarco não apresentou o projeto, pois a FEAM, órgão estadual responsável, não encontrou o protocolo do documento. Tampouco foi cumprida tempestivamente a condicionante número 03, referente à pilha de estéril da Vale S.A.¹⁰⁴, conforme depoimento do Gerente de Meio Ambiente e Licenciamento da

¹⁰³Conforme as informações do MPF (2016a, p. 111), os dados constam no “Processo 00015/1984/054/2006, fl. 422 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015)”.

¹⁰⁴ Conforme o MPF (2016a, p. 111), “a grota da VALE, ponto conhecido por receber a contribuição do sistema de drenagem interna da pilha de estéril da mina da Fábrica Nova de propriedade da VALE (PDE Permanente II), era uma interferência ao SRF já prevista desde o projeto original, apresentado para licenciamento junto à SEMAD, em 2005”.

Samarco, Márcio Perdigão¹⁰⁵. Embora houvesse inconformidades, o processo de licenciamento da barragem prosseguiu e a Samarco obteve a Licença de Instalação (LI)¹⁰⁶, em junho de 2007.

O não cumprimento das condicionantes foi apurado pelas investigações do MPF (2016a, p. 112) que relatou nos seguintes termos: “o então Secretário Adjunto da SEMAD, Shelley Souza Carneiro, emitiu a LI “ad referendum” do COPAM”, em 15/06/2007. E, posteriormente, por razões tecnicamente não compreendidas, a FEAM confirmou o licenciamento *ad referendum* e concedeu a Licença de Instalação nº 068, em 28 de junho de 2007” (Idem).

É notória a celeridade do processo de licenciamento da barragem de Fundão. Em apenas dois meses a Samarco obteve a Licença Prévia (LP) e a Licença de Instalação (LI), sem cumprir as condicionantes, em especial a referente à elaboração do projeto executivo da barragem. Segundo o MPF (2016a, p. 111), o Conselho de Administração da Samarco havia recomendado à Diretoria da Samarco que a barragem de Fundão fosse construída o mais breve possível. Isso porque a “auditoria realizada na barragem de Germano identificara a iminência da exaustão de sua capacidade de reserva de rejeitos, o que seria agravado com a entrada em operação das estruturas de expansão inseridas na P3P (Usina de Pelotização)” (Ibidem).

Sobre a aprovação da LI, o MPF sublinhou que, em 04/06/2007, foi realizada uma reunião do recém-criado Comitê de Barragens da Samarco. Do registro da Ata da reunião, o MPF destacou a seguinte passagem, transcrita na integralidade:

Márcio Perdigão: o estatuto do comitê está pronto e foi enviado para o João Pedro. Está confirmado o ‘ad referendum para a LI de Fundão. Eduardo Matoso é o contato da Samarco na FEAM e o parecer da análise técnica está previsto para o dia 06/06. Vitor Feitosa está em contato com o Shelim.

¹⁰⁵ De acordo com o MPF (2016a, p. 71) o descumprimento das duas condicionantes foi constatado na “interceptação de conversa entre Germano Lopes e Márcio Perdigão, em 18/01/2016”. O descumprimento das normativas vigentes pela Samarco será detalhado no Capítulo seguinte sobre o papel dos órgãos de controle, incluindo outras informações do MPF (2016a, p. 110-114).

¹⁰⁶ Conforme o MPF (2016a, p. 122), “posteriormente, por razões tecnicamente não compreendidas, a FEAM confirmou o licenciamento *ad referendum* e concedeu a Licença de Instalação nº 068, em 28 de junho de 2007. Transcrevemos as razões do órgão ambiental: “Condicionante 3 – A Samarco informou que em reunião realizada com representantes da Cia. Vale do Rio Doce, foi acertado que a CVRD fará um projeto de adequação de sua pilha de estéril, visando suprimir a interferência com o reservatório da barragem. Considerando que essa interferência ocorrerá somente no terceiro ano de operação da barragem, ainda não foi elaborado o projeto final da nova configuração de pé da pilha de estéril. A Samarco informou que se compromete encaminhar o projeto à FEAM, em tempo hábil, antes de ocorrer a suposta interferência das duas estruturas. A justificativa foi considerada satisfatória, em atendimento a condicionante referenciada”. Cf. Processo 000/15/1984/061/2007, f. 303 e 309 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015).

Ricardo Vescovi: providenciar uma reunião com o Shelim para amanhã, dia 05/06, e aguardar sensibilização do secretário da FEAM.

Gilson: a mobilização da Camter para a execução da obra do Fundão, em 6 meses, a partir da liberação da LI, está autorizada. O efeito contratual é a partir desse mês (MPF, 2016a, p. 111).

Depreende-se do excerto acima, a urgência da Samarco em dar início à execução da obra, pois a empresa Camter já estava contratada, mobilizada e autorizada para realizar a obra em 6 meses. Faltava apenas a liberação da LI, ou seja, a Licença de Instalação que dependia do cumprimento das condicionantes. Conforme os registros da Ata, após as informações de Márcio Perdigão, o encaminhamento de Ricardo Vescovi foi marcar uma reunião com o Shelim (Shelley). Subentende-se que o propósito seria a “sensibilização do secretário da FEAM”, tendo em vista que, de acordo com o MPF (2016a, p. 112), o parecer da análise técnica do servidor da SEMAD seria “contrário à emissão da LI, em virtude da não apresentação, dentre outros, de informações sobre projeto executivo e/ou básico da barragem”¹⁰⁷. Fato é que a construção da barragem foi autorizada sem que a empresa tivesse cumprido com as condicionantes e ainda houve a emissão da LI *ad referendum* do COPAM”, em 15/06/2007, confirmada em 28/06/2007, pela FEAM¹⁰⁸. O excerto, a seguir, da Ação do MPF de 2016a é particularmente elucidativo quanto a esses aspectos:

As certezas de Perdigão realmente se concretizaram e, em 15/06/2007, o então Secretário Adjunto da SEMAD, Shelley Souza Carneiro, “sensibilizado” com reunião teoricamente realizada com Ricardo Vescovi, emitiu a LI “ad referendum” do COPAM, desconsiderando-se o não cumprimento da condicionante 4 (apresentação do projeto executivo da barragem) e da condicionante 3 (apresentar o projeto das adequações que seriam implementadas, visando assegurar a estabilidade do depósito de estéril da mina da VALE, tendo em vista a possível interferência do lago da barragem sobre a mesma). Posteriormente, por razões tecnicamente não compreendidas, a FEAM confirmou o licenciamento *ad referendum* e concedeu a Licença de Instalação nº 068, de 28 de junho de 2007 (MPF, 2016a, p. 12).

Obtida a Licença de Instalação, a construção da barragem de Fundão teve início imediatamente após outorga e, depois de um ano e três meses, a Samarco obteve a Licença de Operação nº 230 ZM, em 22/09/2008, (PA COPAM:

¹⁰⁷ Conforme o MPF (2016a, p.112), as investigações apuraram a tramitação do documento: “O documento foi enviado pelo Gerente de Desenvolvimento e Apoio Técnico às Atividades Minerárias da Fundação Estadual do Meio Ambiente, Caio Márcio de Benício Rocha, por meio do MEMO/GEDAM/Nº 053/2007, de 5 de junho de 2007, ao então Secretário Adjunto da SEMAD Shelley Souza Carneiro (Processo SEMAD 00015/1984/061/2007, f. 226)”.

¹⁰⁸ As irregularidades foram constatadas durante a investigação e, conforme o MPF (2016a, p. 112), “considerando os fortes indícios de irregularidades na concessão *ad referendum* da Licença de Instalação, o MPF, ao término das investigações, encaminhará cópia da documentação levantada para as autoridades competentes”.

015/84/066/2008-LO), que autorizou o funcionamento do Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF). A celeridade do processo de licenciamento da barragem é inegável. Apenas três anos foi o tempo transcorrido entre a decisão do Conselho de Administração da Samarco de construir a barragem de Fundão, em 20/10/2005, e a obtenção das Licenças de Instalação, em junho de 2007, e a de Operação, em 22/09/2008. Licenças obtidas, em *dezembro* de 2008, a deposição de rejeitos teve início na barragem de Fundão (MPF, 2016a, p. 79).

A narrativa dos fatos relativos aos parâmetros de classificação de barragens de mineração, bem como ao processo de obtenção das Licenças de Instalação e de Operação da barragem de Fundão, contém fortes indícios da presença de vulnerabilidade político-institucional que perpassaram as relações entre as corporações Samarco/Vale/BHP Billiton e as instituições responsáveis pela política ambiental em Minas Gerais, isto é, as instituições encarregadas do licenciamento e fiscalização na construção de barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatório de água. Tais indícios vinculam-se à estratégia de expansão acelerada da produção das referidas empresas que atropelaram os procedimentos de licenciamento da barragem de Fundão.

3.2.4 Método de construção da barragem de Fundão

A barragem de Fundão foi construída pelo método a montante, considerado o mais arriscado para construção de barragens de mineração. Esse método foi proibido cinco anos depois do desastre da Samarco pela Lei Federal nº 14.066/2020. Embora arriscado, esse tipo construção era utilizado pelas mineradoras por ser “o mais antigo, simples e econômico método de construção de barragens” (IBRAM, 2016, p. 19).

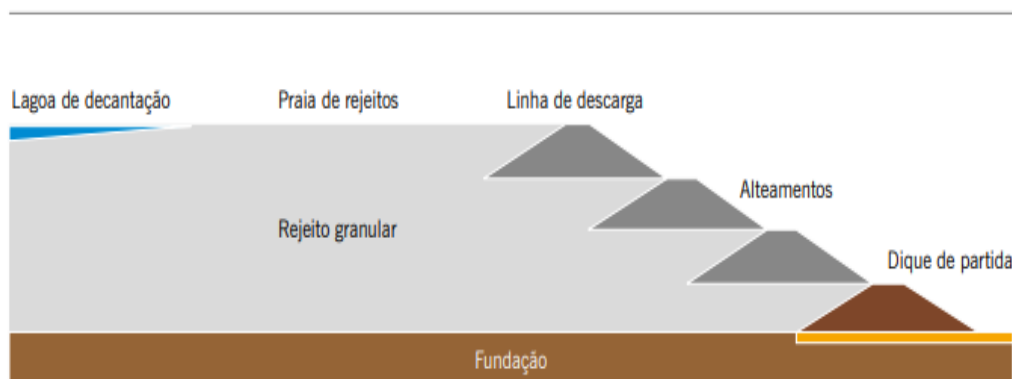
A construção da barragem foi feita no sentido contrário ao fluxo da água (a montante), utilizando o próprio rejeito em alteamentos sucessivos sobre os rejeitos anteriormente depositados. O método é simples e econômico. É construída uma barragem inicial, chamada de “dique de partida” que forma o “reservatório”. Em seguida, o rejeito é lançado à montante da linha de simetria desse dique, dando

origem a uma praia de deposição de “rejeitos sedimentados” que se tornará a fundação para o próximo alteamento. Desse modo, “por ser construída sobre o material de rejeito depositado, o método de montante nos leva a uma maior dificuldade de controle das propriedades geotécnicas da zona em que é realizada o alteamento, ou seja, rejeito adensado” (Cardozo; Pimenta; Zingano, 2016, p. 82).

Segundo os referidos autores, apesar de ser o método mais utilizado pela maioria das mineradoras, o método de montante (ou a montante) apresenta “um baixo controle construtivo, tornando-se crítico principalmente em relação à segurança”. De acordo com Martin e McRobert (1999 *apud* Cardozo *et al.*, 2016), o método “representa um desafio no âmbito geotécnico devido às tensões induzidas, potencial de liquefação e não consolidação do material utilizado como fundação” (Cardozo; Pimenta; Zingano, 2016, p. 81).

Entre os vários riscos do método a montante apontados pela literatura especializada, dois se destacam para compreender a relação entre o método e os riscos: o processo de alteamento e o sistema de drenagem. No caso de Fundão, além das recomendações técnicas pertinentes, o Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF) estabelecia diretrizes para o funcionamento da barragem. Entretanto, conforme apontaram as investigações, a Samarco descumpriu as normas técnicas previstas em relação a esses dois riscos, o que concorreu fortemente para potencializar os riscos da barragem culminando no seu rompimento.

Figura 17 – Alteamento de barragem a montante



Fonte: IBRAM, 2016, p. 19.

A Figura 17, ilustra as principais características desse método. Apoiados em Castro (2008), os auditores do Ministério do Trabalho e Previdência Social

(MTPS/SEGUR, 2016) ressaltaram que a técnica de alteamento “quando mal executada pode gerar problemas de subpressão no reservatório, causada pela variação da percolação de água ali armazenada. Excesso de subpressão poderá afetar a fundação do barramento” (MTPS/SEGUR, 2016, p. 42). Devido aos riscos de ruptura hidráulica inerentes, as recomendações técnicas disponíveis na época eram:

As barragens não deverão ter grande altura e a velocidade de alteamento fica condicionada às propriedades dos rejeitos, visto que sua segurança depende da resistência mobilizável dos rejeitos que, por sua vez, é condicionada pelas pressões neutras. Estas pressões estão relacionadas à velocidade de aumento das sobrecargas provocadas pela velocidade de alteamento da barragem e pela velocidade de dissipação das pressões neutras (Castro, 2008; Galvão Sobrinho, 2014; MTPS/SEGUR, 2016, p. 43).

É importante chamar atenção para os três pontos contidos na recomendação técnica: altura da barragem, velocidade de alteamento e as propriedades dos rejeitos. As investigações sobre a barragem de Fundão destacaram que a Samarco não cumpriu esses três requisitos. A altura prevista era elevada e alcançou 110 m (Morgenstern *et al.* 2016, p. 1). A velocidade do alteamento extrapolou significativamente as normas técnicas que estabelecia o máximo de 6 m/ano, em média. Porém, os valores médios da crista do Dique 1 alcançaram cerca de 11 m/ano, no período de 2010 a 2015 (MPF, 2016a, p. 152). Quanto às propriedades dos rejeitos, areia e lama não poderiam se misturar porque a lama impediria a drenagem descendente e as areias permaneceriam saturadas, um fator determinante para liquefação da barragem (Morgenstern *et al.* 2016, p. 5). Por essa razão, o Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF) estabeleceu que praia deveria ser de 200 m e enfatizou que a violação seria considerada falha operacional grave. No entanto, a norma técnica descumprida, de forma reiterada, e a largura mínima de praia chegou a perfazer 60,75 m (MPF, 2016a, p. 149).

A – O sistema de drenagem da barragem

Outro fator determinante relevante do risco das barragens a montante é sistema de drenagem. Isso devido ao fato de os rejeitos de mineração passarem por processo de beneficiamento que envolvem reações químicas, por isso apresentam composições iônicas variadas. Além de serem nocivas ao homem e ao meio ambiente, são também de difícil controle para o processo construtivo “pela possibilidade de

interação e reação química com os materiais construtivos do aterro, assim alterando a permeabilidade” (Cardozo; Pimenta; Zingano, 2016, p. 79).

Por isso, os auditores do MTPS/SEGUR (2016, p. 43) ressaltaram a importância de observar “as variadas características do rejeito durante sua própria deposição e aquelas que ocorrem ao longo do tempo”. No caso em foco, “o Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF) foi concebido e implantado com base nos exemplos de empilhamento de rejeitos da Cava do Germano, Germano Jusante e da barragem do Germano” (MPF, 2016a, p. 66). Isso porque, segundo Morgenstern *et al.* (2016), a Samarco desenvolveu um modo para tirar o melhor proveito dos dois tipos de rejeitos produzidos em Germano, areia e lama, considerando as diferentes características dos rejeitos que agregavam dificuldades ao processo de tratamento e armazenamento¹⁰⁹.

O manejo dos rejeitos como fator de risco para a segurança da barragem é um aspecto relevante a ser considerado. Nesse sentido, dadas as características dos rejeitos oriundos da lavra de Germano, Morgenstern *et al.* (2016, p. 7) avaliaram que o conceito daquela barragem não era adaptável à variação da proporção de areias e lamas recebidas em Fundão, pois “as areias têm caráter não coesivo e a lama coesivo” (Idem, p. 40). No dizer dos autores, o mais importante era “uma drenagem adequada das areias”:

Uma vez acima do fundo do vale, o reservatório se expandia para proporcionar uma grande capacidade em relação à área que ocupava. Mas o conceito também tinha certas vulnerabilidades. O projeto não era adaptável à variação da proporção de areias e lamas recebidas. E o mais importante, ele dependia de uma drenagem adequada das areias” (Morgenstern *et al.* 2016, p. 7).

Depreende-se da citação acima que a drenagem adequada do material arenoso era um ponto central da questão. Portanto, o desafio era ter um sistema de drenagem eficiente que permitisse controlar a água dentro da barragem e, assim, monitorar a estabilidade das estruturas. Por seu turno, o MPF (2016a) sublinhou os aspectos gerais da construção da barragem de Fundão apresentados pela Samarco no EIA/RIMA, em 2005. A empresa responsável pela concepção original do projeto, “previa uma disposição controlada de rejeito arenoso, denominada de Empilhamento Drenado de Rejeitos Arenosos – EDRA, a montante do Dique de partida 1” (MPF, 2016a, p. 66). A partir desse modelo, os Diques de Contenção de Lama (DCLs) seriam

¹⁰⁹ Ver detalhamento técnico do modo próprio da Samarco em (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 4-7).

alteados sucessivamente e iriam operar como estruturas separadoras entre a lama e o rejeito arenoso. Os rejeitos seriam depositados em reservatórios específicos. As areias retidas pelo dique de partida (Dique 1) formariam um reforço (*buttress*) que reteria a lama.

O Quadro 9 abaixo mostra a previsão de enchimento dos reservatórios, especificando o volume e o tempo de deposição de lama e rejeito arenoso em reservatórios separados, conforme os dados do EIA-RIMA/2005¹¹⁰.

Quadro 9 – Volume e tempo de enchimento dos reservatórios

Elevação (m)	RESERVATÓRIO DE LAMA		RESERVATÓRIO DE REJEITO ARENOSO	
	Volume (m³)	Tempo (anos)	Volume (m³)	Tempo (anos)
Até 850	7.885.846	1,58	9.328.512	1,44
Até 920	79.674.744	15,93	32.208.299	4,96

Fonte: MPF, 2016, p. 67 (fonte original – Laudo SETEC nº. 994, fl. 22), redigitado pela autora.

Tendo em conta os cuidados com o manejo dos rejeitos, a drenagem da água que percola pelo corpo da barragem deve ser feita com máxima eficiência, pois, “caso contrário, a pressão neutra poderá sobrevir, afetando toda a estabilidade dos taludes da mesma” (MTPS/SEGUR, 2016, p. 38). Nesse sentido, o conceito original do sistema de drenagem da barragem de Fundão previu a construção do sistema de drenagem interna que foram posteriormente substituídos por um tapete drenante, como também os sistemas para a drenagem da água superficial denominados Galeria Principal e Secundária (MPF, 2016a, p. 67-68).

Para a drenagem interna, inicialmente foi previsto um sistema com drenos de fundo que atravessavam a base do Dique1, além de drenos de contingência nas duas ombreiras. O planejamento previu um sistema para que “toda a água intersticial percolada, através do rejeito disposto a montante do Dique 1, fosse conduzida para jusante” (MPF, 2016a, p. 67). No entanto, devido às falhas graves no sistema de construção do dreno de fundo e em seus filtros, todos os drenos foram selados e, em substituição ao sistema original, um tapete drenante foi construído numa tentativa de replicar o conceito de empilhamento drenado. Porém, “uma vez que o dreno de fundo se tornou inoperante, o controle da saturação incorporado na concepção do projeto

¹¹⁰ Conforme MPF (2016, p.67), as informações estão disponíveis no “Laudo SETEC nº 994, fl. 22, Apenso XXIV, vol. I e II do IPL nº 1843/2015”.

original não pôde ser restaurado” (Idem, p. 10).

Para a drenagem da água superficial, as galerias em concreto armado drenavam a água oriunda de precipitação normal, inundações e polpa de rejeitos descarregadas. A Galeria Principal recebia a água proveniente do reservatório de lama, situado a montante do Dique 2, enquanto a Galeria Secundária foi posicionada sob o reservatório do Dique 1. Em razão dos problemas ocorridos com as duas galerias de concreto, entre 2010 e 2012, foi construído um sistema extravasor formado por duas novas galerias em PEAD. Ao término da obra, as galerias de concreto foram plugadas, isto é, concretadas (MTPS/SEGUR, 2016, p. 40).

Portanto, há consenso entre Morgenstern *et al.* (2016), o MPF (2016a) e os auditores do MTPS/SEGUR (2016) em relação à necessidade de uma drenagem adequada dos rejeitos. Além disso, destacaram as mudanças do sistema de drenagem que alteraram totalmente o conceito original da barragem. De fato, ocorreram problemas de drenagem ao longo de toda vida útil funcional da barragem. Surgências e trincas recorrentes indicavam a percolação excessiva de água pelo corpo da barragem. A Samarco implementou várias ações que não foram suficientes para drenar a água e evitar o risco de saturação. Ao mesmo tempo, manteve a deposição de rejeitos e os alteamentos em ritmo cada vez mais acelerado que sobrecarregaram as estruturas até o colapso.

B – O Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão

De acordo com o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens “o Plano de Segurança da Barragem deverá conter, além das informações gerais e dados técnicos, a documentação de operação, manutenção, monitoramento, instrumentação e inspeção, devendo ser implementado, seguido e atualizado a intervalos regulares” (ANA, 2016, p. 17).

No caso das barragens de rejeitos ou de terra, a literatura pertinente sublinha a necessidade de manutenção constante, especialmente direcionada ao controle de percolação e erosão a fim de se prevenir a deterioração do maciço e/ou fundação,

bem como o desenvolvimento de caminhos preferenciais de percolação. Nesse sentido, Oliveira (2010)¹¹¹ destaca que

O manual de operação de uma barragem de rejeitos é a condição essencial para uma prática operacional com foco na redução de riscos e na preservação ambiental. Trata-se de ferramenta indispensável à aplicação de boas práticas de engenharia nesta atividade, pois permite a incorporação de melhorias no gerenciamento, durante todo o ciclo de vida operacional da barragem (Oliveira, 2010, p. 60).

No que concerne à barragem de Fundão, a Samarco não apresentou manual de operação no pedido de licenciamento da barragem, por isso “como condicionante à emissão da Licença de Instalação (LI), foi exigido da Samarco a apresentação do Manual de Operações do SRF à SEMAD, o que veio a ocorrer no ano de 2007” (MPF, 2016a, p. 78). O Manual foi elaborado pela empresa Pimenta de Ávila Consultoria, conforme a normativa vigente à época. Entre as diretrizes operacionais, estabeleceu como premissa a disposição separada de lama e rejeito arenoso¹¹² e também os requisitos para a segurança da estrutura da barragem, dentre eles, a drenagem criteriosa, o monitoramento periódico e “a manutenção da praia mínima de rejeitos arenosos com distância superior a 200 m, garantindo a condição seca do empilhamento drenado” (Idem)¹¹³.

No entanto, o que se depreende das análises do MPF (2016a) é que a Samarco não seguiu as orientações contidas no Manual de Operações da barragem de Fundão. Nesse sentido, o MPF (2016a, p. 144) enfatizou que “a primeira não-conformidade identificada, desde os primeiros anos de operação da barragem, foi a deposição em conjunto de rejeitos arenosos e argilosos no interior dos reservatórios dos Diques 1 e 2”. Morgenstern *et al.* (2016, p. 5), do mesmo modo, observaram que no conceito original da barragem, “[...] as areias e a lama inicialmente iriam ficar fisicamente separadas, com areias sendo depositadas por detrás do Dique 1 e a lama por detrás do Dique 2, [...] numa proporção de 70% e 30% do total recebido de todas as plantas”.

Como consequência, a deposição de rejeitos foi feita em larga escala sem a

¹¹¹ Conforme MPF (2016a, p. 78), “Processo 00015/1984/066/2008, fl. 45 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015)”.

¹¹² Conforme MPF (2016a, p. 78), Processo 00015/1984/066/2008, fl. 45 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015): “[...] o rejeito arenoso apresenta boa resistência ao cisalhamento e a lama não. Assim, sua disposição separadamente e a montante da lama também é otimizada do ponto de vista da segurança da estrutura”.

¹¹³ Para a íntegra das recomendações da empresa Pimenta de Ávila Consultoria, ver: MPF (2016a), Processo nº 00015/1984/066/2008.

devida separação. Em 2013, ocorreu o alinhamento da barragem na ombreira esquerda em direção ao reservatório e, desde então, os alteamentos foram feitos sobre a lama depositada em 2011 e 2012 (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 50). Esse foi o fator determinante da ruptura da barragem ter começado na ombreira esquerda e não em outro local, conforme demonstrado pelos autores.

A Samarco modificou o *layout* estrutural da barragem devido ao incidente de *piping*, em 2009. As diretrizes do Manual deveriam ter sido atualizadas imediatamente após as mudanças efetuadas, mas não foi o que aconteceu. Somente em 2012, dois anos após as mudanças, que a empresa Pimenta de Ávila Consultoria elaborou o novo Manual de Operações do SRF com a finalidade de “estabelecer os procedimentos para operação, manutenção, monitoramento e inspeções de segurança para o Sistema de Rejeitos do Fundão” (MPF 2016a, p. 144-145).

Dentre as definições do novo manual, “estava consignada a premissa fundamental que norteou o projeto, consistentes na disposição separada dos rejeitos arenosos (arenosos) e finos (lama) em reservatórios específicos” (Idem, p. 145). Nesse sentido, a praia mínima deveria observar as seguintes regras:

- d) O rejeito arenoso espigotado a montante do Dique 1 deverá formar uma praia com declividade média de 1%, para montante, e com 200 m de largura mínima (na passagem de cheias), evitando contaminação pela lama ou pela água com sedimentos;
- e) **A violação da praia de 200 m será considerada falha operacional grave**, para tanto, o espigotamento dos rejeitos arenosos deverá ser efetuado de modo controlado e de modo a manter a praia de rejeitos com a maior extensão possível. É desejável que a praia avance o máximo possível de modo a manter a lama afastada;
- f) A lama será lançada no reservatório do Dique 1 via canal de blocos que une os reservatórios dos Diques 1 e 2, será disposta na porção posterior do reservatório do Dique 1 (MPF, 2016a, p. 145-146, grifos nossos).

No entanto, apesar do novo manual estabelecer regras claras e indicar que a não observância da praia mínima seria considerada falha operacional grave, mais uma vez, as investigações constataram o descumprimento das normas técnicas. O MPF (2016a) analisou os registros das medições da praia de rejeitos¹¹⁴, no período de 2011 a 2015, e concluiu que, “ao longo da operação da barragem, houve a não observância reiterada da largura mínima de praia, com consequências graves para a condição de

¹¹⁴ Para medições feitas pelo MPF, ver as tabelas “Histórico de medições da praia de rejeitos da barragem de Fundão (2011 - 2012)” e “Histórico de medições da praia de rejeitos da barragem de Fundão (2013 - 2015)” (MPF, 2016, p. 150). As consequências relativas ao descumprimento das normas técnicas estão disponíveis na Ação Penal (2016, p. 148-149).

estabilidade do Dique 1". A seguir, a síntese dos dados que fundamenta a conclusão do MPF (2016a, p. 149):

Identificou-se que, entre 2011 e 2012, houve a predominância da “não conformidade” de praia mínima, comprometendo-se a segurança. Das 17 leituras analisadas, um total de 13 demonstraram praia mínima inferior a 200m, ou seja, 76,5% das observações, feitas no período, registraram descumprimento da premissa de segurança. Cabe destaque negativo para a data de 24/07/2012, quando a praia atingiu o menor valor da série em comento, perfazendo 60,75 m, ou seja, equivalendo a 30,38% do projetado como seguro. A situação de “não conformidade” de praia mínima também foi observada no período compreendido entre julho de 2013 até o rompimento.

A outra não conformidade enfatizada pelo MPF refere-se aos sucessivos alteamentos que, de acordo com o novo Manual de 2012, deveria ser realizado conforme segue:

- i) O novo dique de alteamento deverá ser construído a partir da implantação de uma plataforma em rejeito arenoso úmido apresentando 25 m de largura, contados a partir da crista do talude de montante do dique de alteamento anterior. Esta plataforma servirá como base para o próximo dique de alteamento;
- j) O dique de alteamento será implantado quando o anterior a ele apresentar borda livre de aproximadamente 1,0 m. **A média de alteamentos anuais não deverá ultrapassar o valor de 6 (seis)** (MPF, 2016a, p. 146, grifos nossos).

Essa regra também não foi considerada pela Samarco. De acordo com as análises, “no período de 2010 a 2015, os valores médios de alteamento estiveram em torno de 11 m/ano ou 1 m/mês aproximadamente” (MPF, 2016, p. 150-151)¹¹⁵. A análise dos dados, conforme o Laudo SETEC nº 994, p. 272, sobre esse aspecto destaca:

O alteamento anual da Barragem do Fundão, que variou entre 10 m e 20 m anualmente, pode ter contribuído para a perda de qualidade da drenagem do sistema, bem como para acumulação da poropressão, especialmente quando os valores mais acentuados foram observados, possibilitando a propensão a ocorrência de fenômeno de liquefação estática (MPF, 2016a, p. 150-151).

Ainda sobre o ritmo de alteamentos, Morgenstern *et al.* (2016) corroboram as análises do MPF destacando que, um mês antes do colapso, a crista da barragem estava sendo alteada em 2,9 m por mês, o que corresponde a “uma taxa anualizada de 35 m/ano”. Nesse sentido, observam que:

Outubro de 2015 foi um período de intensa atividade na ombreira esquerda. A crista da barragem estava sendo alteada para a elevação 900 m, preparações estavam sendo feitas para colocação de areia ciclizada na bancada de elevação 875 m, enquanto ao mesmo tempo, a berma de reforço estava sendo estendida pelo alteamento das bancadas na elevação 875 m e

¹¹⁵ Para medições feitas pelo MPF, ver cotas de alteamento da crista do Dique 1 e do reservatório de rejeito arenoso (MPF, 2016, p. 152).

895 m. O resultado líquido foi que o aumento mensal na altura da crista de 2,9 m – uma taxa anualizada de alteamento de 35 m/ano – rivalizava com o recorde de 3,0 m estabelecido em 2013” (Morgenstern *et al.* 2016, p. 18).

Ademais, além da praia mínima e dos alteamentos em ritmo acelerado, o Manual de Operações estabeleceu a necessidade de observar a “relação de ações e procedimentos a serem realizados em caso de variação do Fator de Segurança (FS) da barragem, decorrentes de alterações nas leituras dos instrumentos de monitoramento” (MPF, 2016a, p. 147). Trata-se da manutenção da geometria da barragem e do seu monitoramento, adiante explicitado.

Em suma, apesar da existência do Manual de Operações do SRF e sua atualização, o que as análises revelam é que ele não serviu como orientação operacional a ser seguida pelos empreendedores. Embora tenha sido uma condicionante para a Licença de Instalação (LO), a impressão que salta aos olhos é de um documento para efeito de auditoria e/ou de fiscalização pelos órgãos públicos de controle, caso fosse demandado pelos agentes públicos.

3.2.5 Construção da barragem: falhas e soluções adotadas

No item 3.3.4, ao tratar do método de construção de barragem a montante, foi ressaltado, com base em literatura pertinente, que esse método tem como inconveniente “um baixo controle construtivo, tornando-se crítico principalmente em relação à segurança” e que, do ponto de vista geotécnico, contém desafios importantes “devido às tensões induzidas, potencial de liquefação e não consolidação do material utilizado como fundação” (Cardozo; Pimenta; Zingano, 2016, p. 81).

Tais desafios confirmaram-se no caso Samarco. Ainda na fase de construção da barragem, houve falhas graves ao construir os drenos de fundo do Dique 1 e causaram o incidente de *piping* no início das operações. Dada a gravidade do problema e aos custos da reparação, as propostas de solução e outras medidas a serem adotadas foram levadas pela Diretoria Executiva da empresa ao Conselho de Administração da Samarco. As ações implementadas modificaram o conceito original da barragem de Fundão. Por isso, são consideradas como um marco relevante no

histórico da barragem.

Antes de adentrar no problema específico, é importante relembrar que as análises realizadas, tanto pelo MPF (2016a) e MTPS/SEGUR (2016) como por Morgenstern *et al.* (2016), concluíram que a barragem rompeu por liquefação. A saturação da barragem resultou das falhas no sistema de drenagem. Houve vários problemas ao longo da vida útil da barragem, desde a construção iniciada em 2007 até o colapso em 2015. Por isso, muitos fatores e condições foram apontados nos documentos analisados, entre eles vale sublinhar: saturação da areia, redução das “praias mínimas”, mistura dos rejeitos (areia e lama), aumento da carga estática, alteamentos acelerados, recuo do alinhamento (mudanças do eixo), falhas no monitoramento, e outros. Tais problemas serão apresentados no item seguinte que tratará das ações para manter o funcionamento da barragem.

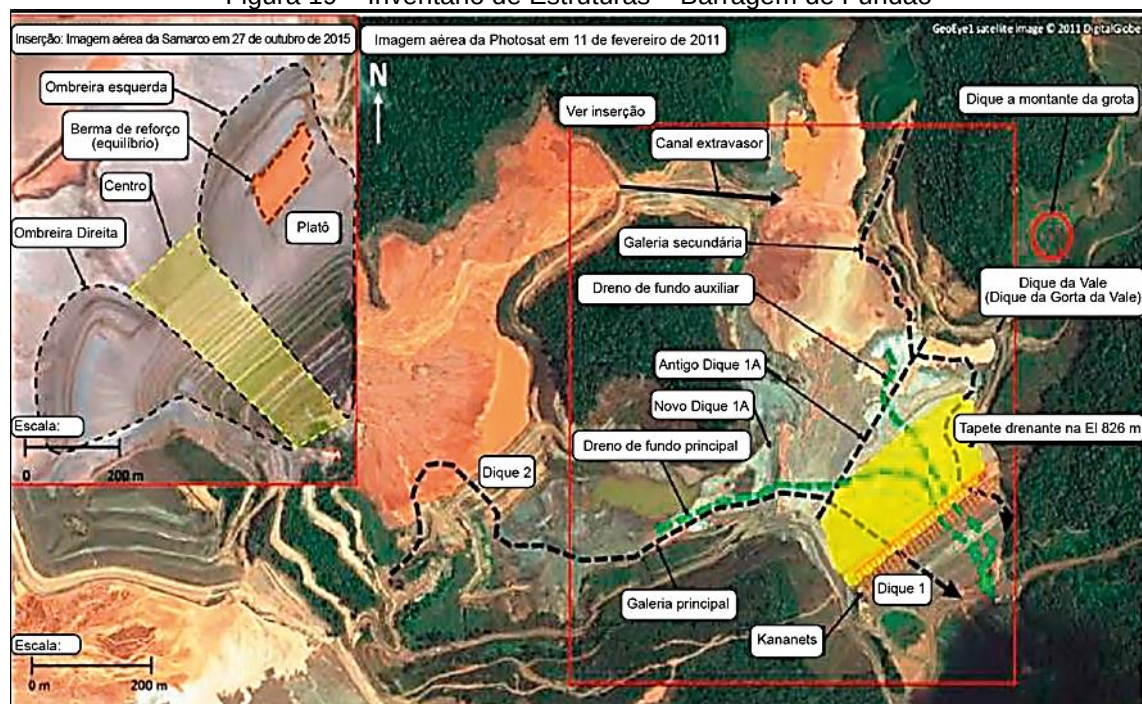
Tendo em vista as características e a magnitude do complexo sistema da barragem de Fundão, a Figura 18, a seguir, mostra as principais estruturas e suas localizações no território, visando auxiliar a visualização das várias características associadas ao local. A Figura 19 mostra o Inventário de estruturas da Barragem de Fundão.

Figura 18 – Relação de estruturas – Local da Samarco



Fonte: Morgenstern *et al.*, 2016, p. v.

Figura 19 – Inventário de Estruturas – Barragem de Fundão



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. vi.

A – O Incidente de *Piping* (2009)

Em 13 de abril de 2009, a barragem de Fundão havia completado quatro meses em operação quando “identificou-se forte percolação com ocorrência de *piping*¹¹⁶ e surgência no talude de jusante do Dique 1¹¹⁷, em cota superior ao dreno principal (aprox. EL. 797,0 m), e carreamento de material do aterro (erosão no talude)” (MPF, 2016a, p. 80). Esse fato somado às medidas adotadas pelas empresas conformaram um marco inicial relevante no histórico dos riscos que culminaram no rompimento da barragem.

Figura 20 – Incidente de *piping* ocorrido em abril de 2009



Fonte: MPF, 2016a, p. 81. (Fonte original: VOGBR. Arquivo: VG14-045-1-GT-RTE0007_3.doc).

No início das operações, a Samarco havia contratado um consultor internacional, Andrew Robertson, para uma inspeção que foi realizada na primeira semana de dezembro de 2008. A inspeção constatou “acúmulo indevido de águas no reservatório do Dique 1, que passou a funcionar como lago para decantação de sedimentos. Também identificou a saída dos efluentes com pluma de sedimentos pelo

¹¹⁶ Conforme o MPF (2016a, p. 80), “*piping* é uma erosão regressiva como seção aproximadamente tubular, ou seja, um carreamento de partículas do solo por fluxo de água sem controle, que ocorre internamente ao maciço de uma estrutura de barramento. É denominada regressiva porque o seu avanço em forma de tubo é no sentido de jusante para montante (contrário ao fluxo)”.

¹¹⁷ Dique “é a barreira construída para conter os rejeitos, a barragem propriamente dita. Em barragens de rejeitos de mineração, costuma ser construído com solo compactado. No caso da Barragem de Fundão, após a construção do ‘dique de partida’ (primeiro dique construído, antes de qualquer deposição de rejeitos), os alteamentos seguintes, segundo seu manual de operação, eram feitos com o rejeito arenoso da praia de rejeitos, empilhado e compactado, coberto por solo e cobertura vegetal (grama)” (MTPS/SEGUR, 2016, p. 125).

dreno principal, indicando contaminação por finos” (MPF, 2016a, p. 79). Tais evidências indicavam problemas de drenagem interna nos principais dispositivos do Dique 1, o dique principal do sistema. Essas constatações levaram “à hipótese de que os drenos de fundo sofriam colmatção (entupimento) por efeito dos finos presentes no lago” (Idem, p. 79). Em 13 de abril 2009, o diagnóstico foi confirmado quando grandes vazões de surgências (aparecimento de água), contendo material fino, ocorreram no talude de jusante do Dique 1. Para Morgenstern *et al.* (2016, p. 8), as investigações de engenharia revelaram que houve “falhas de construção graves no dreno de fundo e em seus filtros, incluindo um trecho da saída do dreno que nunca tinha sido concluído”. Ao final das investigações, concluíram que as falhas de construção foram decorrentes de intervenções da própria Samarco.

O sistema interno de drenagem tornou-se um problema emergencial a ser resolvido. De acordo com o MPF (2016a, p. 81), “por meio de investigações realizadas em agosto de 2009, a SAMARCO identificou sinais inequívocos de que os drenos de fundo sofreram colmatção, tornando-se pouco efetivos”. A partir desses sinais, concluíram que a recuperação dos drenos seria pouco confiável para suas funções originais de forma eficiente e segura. Por isso, a equipe técnica da Samarco juntamente com a empresa projetista, Pimenta de Ávila Consultoria (PAC), definiram a mudança do sistema de drenagem interna. Assim, entre as ações emergenciais, vedaram e isolaram alguns drenos, conforme relatório do MPF (2016a):

[...] a) vedação a montante para eliminação da entrada de água nos dois drenos de base, para excluí-los do sistema de drenagem, uma vez que sua integridade nas condições projetadas ficara sob suspeita de desempenho inadequado e inseguro; b) isolamento do dreno de paramento do talude de montante; c) vedação dos drenos de contingência das ombreiras (MPF, 2016a, p. 82).

A empresa Pimenta de Ávila Consultoria (PAC), em substituição aos dois drenos de fundo, “elaborou projeto de um tapete drenante, a montante do Dique 1, como nova estrutura de drenagem interna do sistema, até que o empilhamento alcançasse sua crista final na cota 920 m” (MPF, 2016a, p. 82). Sobre essa solução, Morgenstern *et al.* (2016, p. 8) observaram que, “com isso, o elemento mais importante do conceito do projeto original tornou-se inoperante”.

Cabe lembrar que o conceito original da barragem de Fundão previa a separação dos rejeitos (lama e areia). Essa condição era fundamental para garantir a estabilidade da barragem, assegurando o escoamento das águas e funcionamento

adequado do sistema de drenagem. Por isso, foram construídos dois diques para manter os rejeitos separados. O Dique 1 era o reservatório para rejeitos arenosos e o Dique 2 para o depósito de lamas (finos argilosos). Como o sistema de drenagem interna da barragem foi isolado, as medidas adotadas pelas empresas modificaram o conceito original ao substituir o sistema interno de drenagem pelo Tapete Drenante.

O incidente de *piping* repercutiu diretamente nas operações de deposição dos rejeitos. Cabe lembrar que, em março de 2008, a Samarco havia dobrado a capacidade produtiva ao inaugurar a terceira usina de pelletização que ampliou a produção anual de 14,1 milhões para 21,7 milhões de toneladas de pelotas de minério de ferro com aumento proporcional de rejeitos. Apesar dos problemas operacionais na barragem de Fundão, a produção não parou. No entanto, a deposição de rejeitos no Dique 1 foi paralisada por quase um ano, de abril de 2009 até março de 2010. Além disso, o Dique 2 já estava com um nível de lama acima do previsto. Segundo o MPF (2016, p. 90), “apurou-se que, em dezembro de 2009, o reservatório do Dique 2 já se encontrava quase totalmente cheio. Em setembro de 2010, ele estava saturado, com crista na cota de 851 m”.

Diante desse quadro, a Samarco decidiu realizar a “construção de um terceiro dique entre os Diques 1 e 2, designado Dique 1A, para proporcionar uma capacidade de retenção de lama adicional” (Morgenstern, *et al.*, 2016, p. 8). Na visão do MPF (2016), “a construção tornou ainda mais complexa a operação do sistema, incrementando, desnecessariamente, os elevados riscos já existentes” (MPF, 2016, p. 89). As novas estruturas, Tapete drenante e Dique 1A, modificaram totalmente o projeto original da barragem de Fundão. Além disso, decidiram construir “um canal e uma caixa de concreto para transporte da lama, por gravidade, do reservatório do Dique 2 para o Dique 1” (MPF, 2016a, p. 82).

Tendo em vista a importância das decisões para sanar os problemas que surgiram na fase inicial de operação da barragem, um dado de fundamental relevância consiste na explicitação dos processos decisórios que conduziram a execução dessas e outras medidas. Vale notar que os sinais de graves riscos acumulados ao longo do período não sensibilizaram o Conselho de Administração da Samarco e nem a Direção Executiva a reduzir o ritmo da produção e, portanto, os alteamentos da barragem de Fundão, tampouco buscaram outra forma de contenção dos rejeitos.

B – As decisões visando reparar os danos da barragem

Após o incidente de *piping*, a Direção Executiva da Samarco elaborou as propostas para a reparação da barragem que foram levadas para apreciação do Conselho de Administração da empresa, em abril de 2009. Segundo o MPF (2016a, p. 84), “[...] o Conselho de Administração, [...] acompanhou de perto o desdobramento da questão”, conforme consignado na Ata da 77ª reunião, ocorrida em 22/07/2009:

O Conselho declarou preocupação sobre a eficácia da solução proposta e nomeou a equipe de gestão de barragens da Vale para trabalhar em seu nome. A equipe da Vale será liderada pelo Sr. Vianna e deverá apresentar ao Conselho um relatório sobre a solução proposta pela Samarco (MPF, 2016a, p. 84).

Posteriormente, em 02/12/2009, constou na Ata da reunião na 80ª reunião do Conselho de Administração que a Samarco apresentou o relatório final da investigação do incidente de *piping* e também informou ao Conselho que “deu início a uma avaliação técnica e jurídica por meio de uma consultoria externa, que iria orientar a decisão sobre as medidas legais a serem tomadas contra a construtora responsável pela obra” (Idem, p. 85).

Decorridos cinco meses, na 85ª reunião do Conselho de Administração, realizada em 12/05/2010, foi registrado em Ata que “o custo total da recuperação do incidente de Fundão fora de R\$ 18,2 milhões, relacionado com a identificação e implementação das ações necessárias para corrigir o problema de drenagem do Dique nº 1” (Idem). Destaca-se ainda que:

Além disso, alguns serviços foram necessários para assegurar a continuidade da operação da barragem durante a vida útil funcional esperada, conforme as recomendações técnicas do Engineer Of Record – EOR¹¹⁸ e ITRB, que não estavam diretamente ligadas ao incidente de Fundão; esses serviços estavam em andamento, com orçamento estimado em R\$ 10,1 milhões e expectativa de conclusão para o 4º trimestre de 2010. **O Conselho concluiu que as atividades realizadas na Barragem de Fundão suportariam adequadamente a sua operação** (MPF, 2016a, p. 85).

O retorno sobre a avaliação técnica e jurídica proposta pela diretoria da Samarco ao Conselho de Administração foi dado na 89ª reunião do Conselho,

¹¹⁸ Conforme o MPF (2016a, p. 85), a “sigla em inglês (EOR), referência recorrente na literatura de engenharia para designar órgão de projeto e design responsável por estabelecer, dentre outros elementos, parâmetros para o projeto construtivo, bem como para garantir a compatibilidade da construção e emprego desses elementos em face do projeto construtivo, inclusive de autoria de terceiros. Também se pode dizer que se trata de um órgão de auditoria de engenharia”.

realizada em 26/09/2010. Na Ata da reunião ficou registrado que “a Diretoria da Samarco apresentou uma atualização sobre a avaliação judicial das evidências de falhas construtivas como causa do incidente da barragem de Fundão” (Idem, Ibidem). Conforme destacou o MPF (2016a, p. 86), o propósito de buscar ressarcimento pelas falhas construtivas foi descartado porque os problemas da construção da barragem foram decorrentes de intervenções feitas pela própria Samarco. Eis o excerto da Ata:

A conclusão foi de que era remota a chance de sucesso em um eventual processo contra a CAMTER, empresa que esteve envolvida na construção da barragem de Fundão. Essa conclusão fora baseada no fato de que a evidência da má construção fora substancialmente alterada como resultado da intervenção, feita pela própria Samarco, na barragem para permitir um rápido reinício das operações (MPF, 2016a, p. 87).

Em síntese, as informações contidas nas Atas do Conselho de Administração evidenciaram a responsabilidade da Samarco pelas falhas de construção do sistema de drenagem da barragem de Fundão, como também a participação das empresas acionistas, Vale e BHP Billiton, no processo decisório de recuperação da barragem após o incidente de *piping*. Aliás, o Conselho inclusive designou a equipe de gestão de barragens da Vale para trabalhar em seu nome na solução dos problemas. As investigações apontaram que as medidas adotadas naquele momento repercutiram decisivamente no agravamento dos riscos da barragem de Fundão. As implicações das decisões sobre a reparação da barragem e suas consequências subsequentes produziram efeitos rebotes que se acumularam durante os anos seguintes de funcionamento da barragem. Além disso, apesar dos graves problemas da barragem, a Diretoria Executiva e o Conselho de Administração da Samarco mantiveram a estratégia de expansão da empresa, não alteraram o ritmo de produção e nem buscaram outra alternativa para a deposição dos rejeitos.

O excerto a seguir, extraído do Relatório da Administração da Samarco, do ano de 2009, é elucidativo em relação à estratégia de expansão da produção e à obtenção das licenças Prévias e de Instalação durante o ano de 2010.

Em linha com sua estratégia de crescimento, a Samarco prevê a construção de um terceiro concentrador, na unidade de Germano (MG), um terceiro mineroduto, paralelo aos dois já existentes, e uma quarta usina de pelotização, na unidade de Ponta Ubu (ES), que aumentarão a capacidade de produção de pelotas em 37,5%, passando das atuais 22,250 milhões de toneladas para 30,5 milhões de toneladas por ano [...].

No final de 2009, a Samarco obteve a Licença Prévia para a instalação do terceiro concentrador, que será instalado em Ouro Preto, na unidade de Germano. A expectativa é que as Licenças Prévias e Licenças de Instalação sejam obtidas durante o ano de 2010 (Samarco, 2009, p. 1).

Observa-se que as ações concernentes à estratégia de expansão da empresa ocorreram de forma concomitante com o processo de reparação da barragem de Fundão. O cruzamento dessas informações ajuda a compreender o encadeamento interativo e complexo dos problemas operacionais e soluções apressadas que culminaram, em pouco tempo, no colapso da barragem de Fundão.

3.2.6 Ações para manter o funcionamento da barragem

Em linha com sua estratégia de crescimento, a Samarco prevê a construção de um terceiro concentrador, na unidade de Germano (MG), um terceiro mineroduto, paralelo aos dois já existentes, e uma quarta usina de pelotização, na unidade de Ponta Ubu (ES), que aumentarão a capacidade de produção de pelotas em 37,5%, passando das atuais 22,250 milhões de toneladas para 30,5 milhões de toneladas por ano [...].

No final de 2009, a Samarco obteve a Licença Prévia para a instalação do terceiro concentrador, que será instalado em Ouro Preto, na unidade de Germano. A expectativa é que as Licenças Prévias e Licenças de Instalação sejam obtidas durante o ano de 2010 (Samarco, 2009, p. 1).

Observa-se que as ações concernentes à estratégia de expansão da empresa ocorreram de forma concomitante com o processo de reparação da barragem de Fundão. O cruzamento dessas informações ajuda a compreender o encadeamento interativo e complexo de problemas operacionais e soluções apressadas que culminaram, em pouco tempo, no colapso da barragem de Fundão.

Durante a fase de operação da barragem de Fundão, a Samarco implementou diversas ações para mantê-la em funcionamento. É grande o volume de informações disponíveis nos documentos analisados, por isso, a escolha metodológica foi selecionar oito ações principais para evidenciar o agravamento dos riscos da barragem por medidas adotadas pelo empreendedor. As ações selecionadas foram as mais relevantes nos relatórios das investigações realizadas pelo MPF (2016), MTPS (2016) e Comitê de Especialistas coordenado por Morgenstern *et al.* (2016).

Como já visto, a barragem foi construída para dar suporte ao aumento do volume de rejeitos decorrente da expansão acelerada da produção. Por essa razão, o encadeamento dos problemas e das ações em relação à barragem foi demarcado por dois momentos determinantes da expansão da Samarco. Em 2008, foi inaugurada a terceira usina de pelotização que ampliou em 54% a capacidade produtiva da empresa. Em 2014, apenas seis anos mais tarde, a capacidade de produção

aumentou em mais 37% com a inauguração da quarta usina de pelletização. O ritmo acelerado das operações sobrecarregou a barragem além do suportável, gerando graves problemas. As soluções para evitar a paralização da produção agravaram ainda mais os riscos da barragem. O agravamento dos riscos existentes e a criação de novos riscos decorrentes das medidas adotadas pela empresa conformaram uma trama de fatores e contingências que resultou no colapso da barragem.

Antes do detalhamento das ações, um breve resumo dos fatos contribui para compreender o encadeamento dos fatores determinantes das condições de risco que foram criadas. Como já visto, face ao incidente de *piping*, ocorrido em abril de 2009, a empresa modificou o sistema de drenagem interna do dique principal ou dique de partida. O novo sistema de drenagem, o Tapete drenante, ficou pronto somente em meados de 2010. Para evitar a paralização da produção durante um ano de obras, foi construído o terceiro dique, o Dique 1A, que seria para deposição de rejeitos arenosos, mas também recebeu rejeitos lamosos.

Desse modo, a produção não parou e o volume de rejeitos lamosos aumentou de 731.069,95 m³ para 1.827.674,88 m³, entre 2008 e 2009, respectivamente. Assim, no final de 2009, já faltava espaço para deposição de rejeitos lamosos. Então, foi construído um Canal extravasor, também denominado canal de desvio, que transportou a lama do reservatório do Dique 2 para o Dique 1, descumprindo o critério de “praia mínima de 200 m” para assegurar a separação dos rejeitos (areia e lama). Decorrente dessas ações, um grande volume de rejeitos misturados foi depositado no interior do reservatório do Dique 1, conformando camadas de areia e lama sobre as quais a barragem foi alteada posteriormente.

A partir de 2010, começaram os problemas nas galerias principal e secundária cujas obras de reparação duraram cerca de três anos. Além dos transtornos nas galerias, o lago da grota da Vale S.A. contribuiu com o agravamento do risco de saturação da barragem. Em 2012, devido às obras de reparação das galerias, a empresa decidiu recuar o eixo na ombreira esquerda da barragem, outra ação contingencial para evitar a paralização da produção. A mudança do eixo em direção ao reservatório do Dique 1 significou alteamentos sobre rejeitos saturados. A barragem manifestou surgências e trincas indicando graves problemas de saturação e estabilidade.

Apesar dos problemas da barragem, a partir de 2014, a velocidade da taxa de alteamento aumentou ainda mais após a inauguração da quarta usina de pelotização que ampliou o volume de rejeitos depositados na barragem. Pouco tempo depois, em agosto daquele ano, o incidente do talude indicou sinais de pré-ruptura da barragem. Embora houvesse evidências da instabilidade e risco de rompimento, a deposição de rejeitos prosseguiu e a taxa de alteamentos aumentou significativamente até o colapso. Enfim, tais ações evidenciam a criação de condições de riscos cumulativos que conformaram o encadeamento de problemas determinantes do desastre.

A – A construção do Dique 1A (2009)

Tendo em mente que a estratégia da Samarco, em 2009, era continuar expandindo sua produção em ritmo acelerado. Face ao problema manifesto no Dique 1, a alternativa adotada para evitar a paralisação da produção foi implantar diques no interior do reservatório do Dique1 para a disposição de lama enquanto aguardavam a conclusão das obras de reparação. É o que se depreende da reunião realizada pela Samarco em maio de 2009.

Em reunião realizada no dia 26/05/09, no escritório da Usina 2, em Germano, a empresa PAC apresentou cinco alternativas para implantação de Diques no interior do reservatório do Dique 1, de maneira a **possibilitar a disposição de lama nesse local**, evitando a paralisação da produção, até que o Dique 1 fosse reparado e pudesse receber, a partir de então, o rejeito arenoso de acordo com o previsto no projeto original do SRF. Dentre as cinco alternativas apresentadas, a SAMARCO decidiu implantar o Dique 1A. Essa alternativa foi considerada a mais adequada às necessidades da empresa por apresentar o 2º melhor custo-benefício, ou seja, pela razão entre o volume de movimento de terra para construir o aterro do dique e o volume de reservatório para disposição de lama (MPF, 2016a, p. 86, grifos nossos).

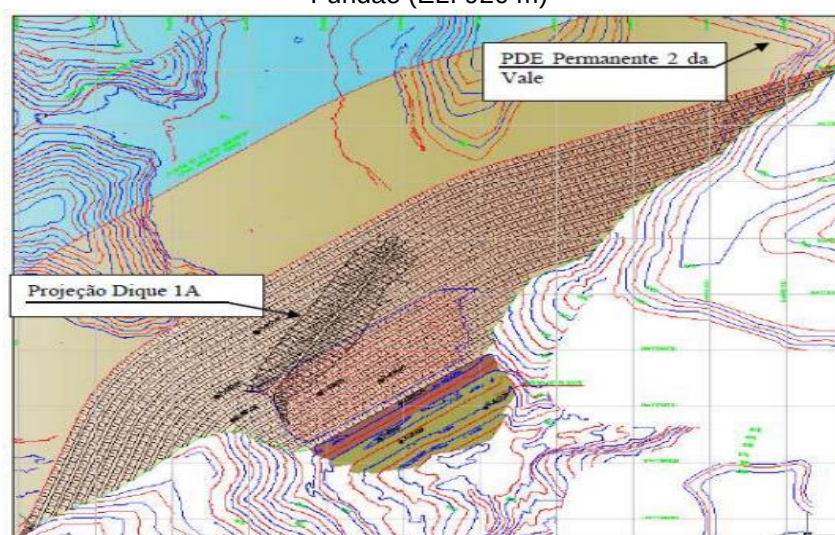
A proposta de construir o terceiro dique (Dique 1A) no interior do reservatório do Dique1 foi levada ao Comitê de Barragens da Samarco e por ele apreciada na reunião de novembro de 2009, que recomendou avaliação da utilização do Dique 1A como área de contingência da lama, conforme se depreende do documento do MPF (2016a).

Na reunião de 04/11/2009, com a participação, dentre outros, de Ricardo Vescovi (então Diretor de Operações) e Daviely Rodrigues, houve apresentação do plano de disposição dos rejeitos de curto prazo até a conclusão das obras de Fundão; foi apresentado um relatório de acompanhamento das obras de recuperação da barragem de Fundão; o Comitê recomendou a inclusão nas alternativas de contingência para a

deposição de rejeito, de uma avaliação da **utilização do reservatório do dique 1A como área de contingência da lama** (MPF, 2016a, p. 96, grifos nossos).

A construção do Dique 1A foi uma medida contingencial que se tornou relevante pela falta de espaço para armazenamento de rejeitos. Esse terceiro dique foi interditado em julho 2010 e alterou, temporariamente, o projeto original da barragem de Fundão. Segundo o MPF (2016a), houve deposição de areia e lama em seu reservatório, sendo que evitar a mistura de lama e areia seria uma condição necessária para prevenir a saturação da barragem. A mistura de rejeitos, mesmo que provisoriamente, tornou-se um fator agravante dos riscos potenciais. A Figura 21 a seguir mostra a Planta geral do novo arranjo final da barragem de Fundão (El. 920 m), conforme o Projeto PAC – AS-420-NT.

Figura 21 – Projeção do Dique 1A na planta geral da barragem de Fundão (EL. 920 m)



Fonte: MPF, 2016a, p. 99.

Em abril de 2010, a Samarco voltou a depositar rejeitos arenosos no reservatório do Dique 1. Apenas três meses após o retorno das operações, verificou-se rejeito granular passando pela Galeria Principal. Após investigações realizadas pela Samarco, constataram que havia um cone de sucção no interior do reservatório do Dique 1, nas proximidades da ombreira direita do Dique 1A. Esse fato demarcou o início dos problemas no sistema de drenagem das águas superficiais. Face ao novo problema, “a SAMARCO implantou uma ensecadeira a montante do Dique 1A, denominada Novo Dique 1A” (MPF, 2016a, p. 89).

B – A construção do Tapete drenante (2009-2010)

O incidente de *piping*, como visto anteriormente, explicitou o comprometimento da estrutura do Dique1 e a colmatção dos drenos de fundo, por isso, o sistema de drenagem interna precisou ser modificado. Entre as ações adotadas, a Samarco construiu “um tapete drenante na EL. 826,0 m, desde a crista até 120 m para montante, de modo que o mesmo funcionasse como nova estrutura de drenagem interna do sistema até que o empilhamento alcance sua crista final (EL. 920,0 m)” (MPF, 2016a, p. 82). A Figura 22, a seguir, mostra a planta do projeto para execução da obra que foi concluída em meados de 2010¹¹⁹.

Figura 22 – Planta do Tapete drenante sobre superfície de rejeitos (El. 826 m)



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 9.

É importante observar que o Tapete drenante foi construído “sobre a superfície

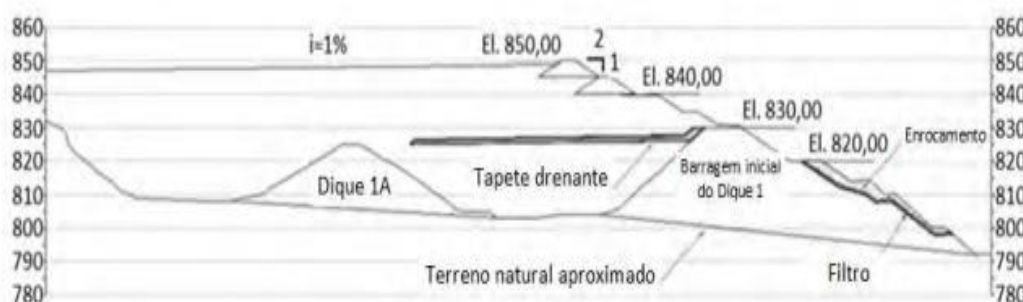
¹¹⁹ A respeito desse Tapete drenante, o MPF (2016a, p. 82) informou que “este dispositivo foi implantado em uma posição superior à dos dispositivos de drenagem originais (drenos de fundo), a partir da cota 826 m, desde a crista do Dique 1 até um afastamento de 120 m de seu eixo, assentado sobre o rejeito arenoso com um núcleo composto por uma camada de brita 1 de 50,0 cm de espessura, foi envolvido por duas camadas de brita zero, fazendo a transição e por duas camadas de areia, todas com espessura de 30,0 cm, com finalidade de prevenir a colmatção do tapete devido à contaminação do seu núcleo por material pulverulento. Sobre a camada superior de areia do tapete drenante, foi executada uma camada de rejeito arenoso com aproximadamente 2,0 m de espessura, com a função de proteger o tapete drenante de possíveis erosões durante o início do espigotamento de rejeito. O tapete drenante contou ainda com um sistema de descarga de água constituído por 27 tubos flexíveis (kananetes) com diâmetro nominal de 100 mm, atravessando o maciço do Dique 1 em solo compactado, descarregando as vazões captadas em uma calha coletora situada na berma de cota 820 m, a jusante. Tais tubos eram perfurados nos 2 primeiros metros de sua extensão (ainda no interior do tapete) e contínuos (lisos) nos demais trechos”.

dos rejeitos para substituir o dreno de fundo inoperante posicionado abaixo deles” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 9). Porém, a nova estrutura de drenagem do Sistema de Rejeito de Fundão continha sérios limites, conforme apontaram as investigações:

O novo tapete drenante representou uma tentativa de replicar o conceito de empilhamento drenado ao prever um sistema de drenagem para o rejeito sobrejacente. Todavia, as areias abaixo deste dreno permaneceriam saturadas, assim como a maior parte dos rejeitos por detrás dele. Uma vez que o dreno de fundo se tornou inoperante, o controle da saturação incorporado na concepção do projeto original não pôde ser restaurado (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 10).

A Figura 23 mostra a posição do Tapete drenante. Observa-se que ele foi construído sobre o rejeito arenoso logo abaixo da crista do Dique 1 (dique de partida), a partir da cota 826 m em direção ao Dique 1A até um afastamento de 120 m de seu eixo. Portanto, ele ficou “embutido em meio aos rejeitos durante o alteamento da barragem” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 9).

Figura 23 – Posição do Tapete drenante (EL. 826 m)



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 10.

Essa solução resultou no aumento de rejeitos saturados abaixo e por detrás do tapete drenante. Porém, o sistema de controle de saturação da barragem não poderia ser restaurado porque os drenos de fundo tinham sido selados¹²⁰. De acordo com Morgenstern *et al.* (2016, p. 27), “o novo projeto permitia condições de saturação dentro dos rejeitos, como evidenciado pelo extenso sistema de piezômetros destinados a medi-la e pelos critérios limitadores estabelecidos para avaliá-la”. Assim, à medida que aumentava o volume de rejeitos depositados, o tapete drenante “se tornou cada vez mais incapaz de exercer essa função, resultando na expansão de volumes de rejeitos saturados” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 34).

Apesar das limitações contidas nessa solução operacional, após a construção

¹²⁰ Na engenharia geotécnica, saturação refere-se ao nível de água acumulada nos rejeitos no interior da barragem.

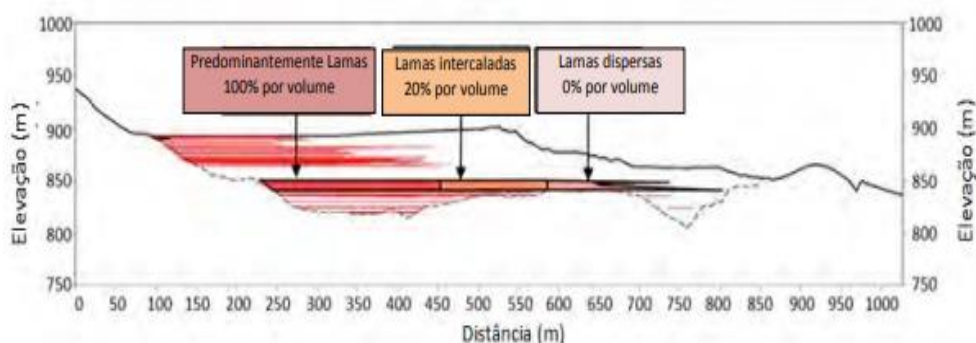
do Tapete drenante, concluído em novembro de 2010, a Samarco aumentou aceleradamente a deposição de rejeitos. Para se ter uma ideia do volume de rejeitos, no período de julho de 2011 a setembro de 2012, “depositaram-se mais de 8 milhões de m³ de rejeito arenoso (valor superior ao que tinha sido depositado desde 2008) e mais de 3,4 milhões de m³ de lama em Fundão” (MPF, 2016a, p. 100).

Ademais, o manejo dos rejeitos descumpriu a norma técnica que estabelecia a manutenção de uma praia de rejeitos com largura de 200 m para evitar que lama e água se depositassem perto da crista da barragem e, assim, fossem preservadas as características drenantes das areias. No entanto, ao contrário do que regia o Manual de Operações, “durante boa parte de 2011 e 2012, as larguras da praia muitas vezes não atendiam ao critério de largura mínima de 200 m, às vezes chegando a até 60 m da crista” (Morgenstern *et al.* 2016, p. 10). Com isso, a lama se sedimentou em áreas onde ela não deveria estar presente. Portanto, a reparação via Tapete drenante não atendeu aos níveis crescentes de saturação da barragem. Como consequência, as condições de saturação “necessárias para deslizamento fluido por liquefação estavam presentes” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 38).

O Gráfico 8, a seguir, mostra a distribuição da lama na ombreira esquerda, especialmente entre a elevação 830 m e 850 m. A investigação realizada por Morgenstern *et al.* (2016, p. 48-49)¹²¹ buscou identificar a lama sedimentada em áreas onde ela não deveria estar presente e concluiu que, na região denominada “predominantemente lama”, havia quase 100% de lama; na região denominada “lamas intercaladas” tinha 20% ou mais; e a zona com menor quantidade foi denominada “lamas dispersas”.

¹²¹ Conforme Morgenstern *et al.* (2016, p. 48), “a distribuição da lama estimada com base em informações de sondagem pode ser mais bem complementada por meio de uma abordagem de balanço de massa. Para tal fim, registros da produção de lama foram comparados com os potenciais volumes de lama entre a elevação 840 m e 850 m. Um balanço de massa foi produzido admitindo-se um peso específico seco da lama determinado por medições de lamas recém depositadas, amostradas em Germano como parte desta investigação. [...] O balanço de massa fornece uma medida da proporção volumétrica de lamas constituintes e camadas de lama dentro de uma zona especificada”. As premissas e cálculos do balanço de massa constam no Apêndice B do referido documento.

Gráfico 8 – Distribuição da lama na ombreira esquerda

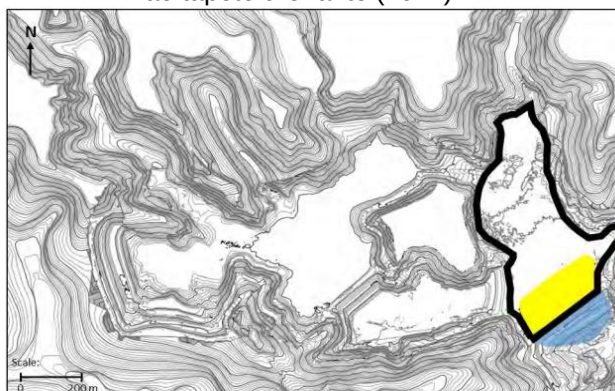


Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 49.

Depreende-se dessas informações que a substituição do sistema original de drenagem pelo Tapete drenante não atendeu os níveis crescentes de saturação da barragem. Essa solução adotada agravou o risco potencial devido ao efeito combinado com outras ações, tais como, o manejo dos rejeitos ao descumprir a norma de separação da lama e areia, como também a deposição de grande volume de rejeitos de forma acelerada que distanciou o Tapete drenante dos rejeitos saturados.

A seguir, as Figuras 24, 25 e 26 mostram o distanciamento entre o tapete drenante e os rejeitos saturados que se pretendia drenar¹²². É importante observar a progressão do contorno do reservatório (linha preta) em relação ao tapete drenante na elevação 826 m (mancha amarela) e ao aterro do dique de partida (mancha azul). Os indícios de saturação da barragem se manifestaram com as surgências na ombreira esquerda (pontos vermelhos).

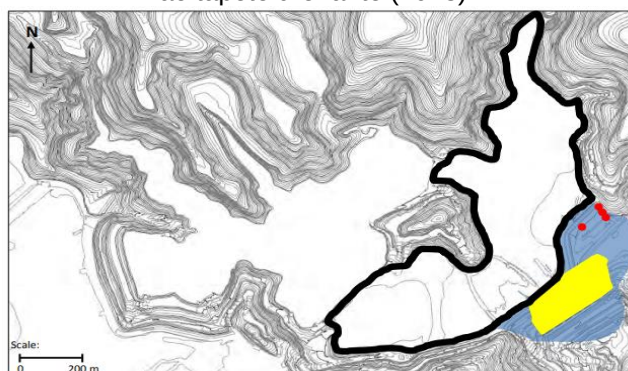
Figura 24 – Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2011)



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 34.

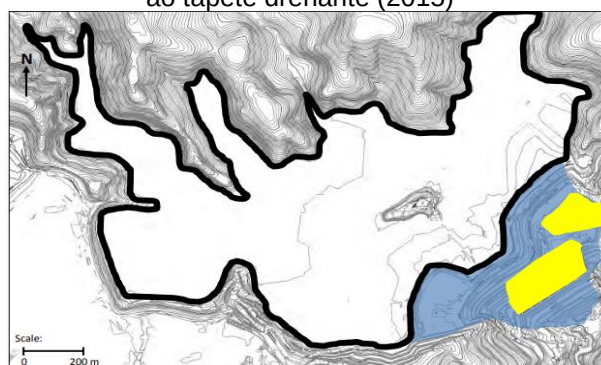
¹²² Para análise detalhada do processo de saturação da barragem de Fundão, ver Morgenstern *et al.* (2016, p. 33-39).

Figura 25 – Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2013)



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 35.

Figura 26 – Configuração do reservatório em relação ao tapete drenante (2015)



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 38.

É importante observar também o contorno em preto nas três imagens sequenciais referentes a 2011, 2013 e 2015 que mostra a velocidade do crescimento do reservatório em termos de área ocupada. Assim, em menos de cinco anos, o perímetro poligonal da barragem cresceu aceleradamente em relação ao ponto de partida em 2011, devido aos alteamentos sucessivos em virtude do volume de rejeitos depositados. As regras do Manual de Operação de 2007, tampouco o novo Manual de 2012 coibiram tais decisões. As consequências da meta de alta produtividade foram gigantescas para as empresas e para a sociedade, sobretudo para a vasta porção do território atingido pelo desastre nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

C – A construção do Canal extravasor (2011-2012)

Durante as obras de reparação do Dique 1, o ritmo de produção da empresa continuou normalmente e sobrecarregou o Dique 2 onde se depositava a lama. O MPF (2016, p. 90) apurou que “em dezembro de 2009, o reservatório do Dique 2 já se encontrava quase totalmente cheio. Em setembro de 2010, ele estava saturado, com a crista na cota de 851 m. Conforme consta da Ata de reunião do ITRB¹²³, de julho de 2011” (MPF, 2016a, p. 90). Foi construído, então, um Canal extravasor, também denominado Canal de desvio, para interligar o reservatório de lamas do Dique 2 ao reservatório do Dique 1, que funcionou no período de janeiro de 2011 a julho de 2012.

Por sua vez, Morgenstern *et al.* (2016, p. 44) afirmam que o Canal foi construído para resolver “problemas estruturais subsequentes envolvendo as Galerias Principal e Secundária, que tornaram necessário o redirecionamento da água e lama do reservatório do Dique 2 para o Dique 1”. Conforme os autores, “o Canal Extravasor foi fechado em agosto de 2012, mas não antes que a lama fosse depositada entre as elevações 824 m e 850 m” (Idem, p. 44).

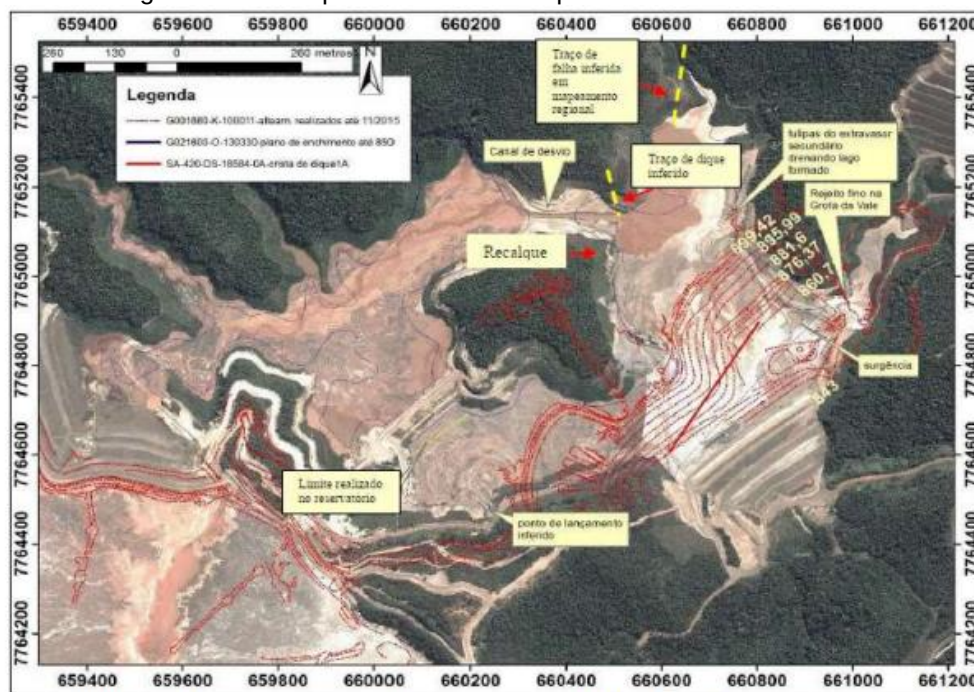
Os autores investigaram a presença de lama na ombreira esquerda, coletada por meio de furos de sonda, o que lhes permitiu “categorizar diversas camadas de lama com espessura variando de alguns centímetros a alguns metros, e com o material lamoso remanescente misturado à areia em diversas proporções” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 48).

A seguir, a Figura 27 mostra o extrapolamento da lama do Dique 2 pelo Canal extravasor (Canal do desvio) na data de 01/10/2011. Como já visto, a mistura dos rejeitos (lama e areia) compromete o sistema de drenagem mantendo os rejeitos saturados. Posteriormente, em 2012-2013, a barragem foi sobreposta à camada de rejeitos misturados no reservatório do Dique 1 (curvas em vermelho). As duas ações realizadas pela empresa se contrapõem às premissas básicas da segurança da barragem, tais como, “afastamento da superfície freática do paramento; diminuição da

¹²³ Conforme o excerto da referida Ata do ITRB, “o problema mais significativo, como indicado pela Samarco, é a capacidade de armazenamento de lama. A Samarco conta no momento com capacidade para 2 meses de operação e está planejando aumentar a capacidade da Baía 3 para mais 2 meses, de modo a cobrir os 3 a 4 meses estimados para completar a recuperação das galerias de Fundão” (MPF, 2016a, p. 91).

extensão da praia (< 200 m) e comprometimento no método de empilhamento drenado com segregação transicional granodecrescente descendente” (MPF, 2016a, p. 74).

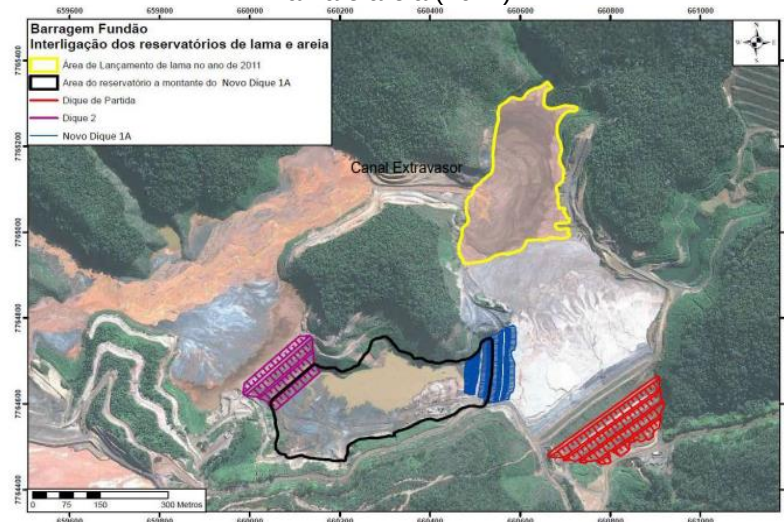
Figura 27 – Extrapolamento da lama para o reservatório de areia



Fonte: MPF, 2016a, p. 74.

A Figura 28, a seguir, mostra a área poligonal do território ocupado pela barragem com destaque para a posição do Dique de Partida (Dique 1), do Dique 2, do novo Dique 1A, do Canal extravasor e as áreas de acumulação de lama sobre o rejeito arenoso, em 2011.

Figura 28 – Canal extravasor: interligação dos reservatórios de lama e areia (2011)



Fonte: MPF, 2016a, p. 108.

Em suma, as três ações apresentadas modificaram o projeto original da barragem de Fundão e conformaram uma nova situação de risco de saturação da barragem. A construção do Dique 1A no interior do reservatório do Dique 1 foi uma ação contingencial para evitar a paralização da produção enquanto se fazia a recuperação do Dique 1. Em seguida, foi construído o Canal Extravasor que introduziu lama em grande quantidade no reservatório de rejeitos arenosos (Dique 1). A mistura de lama com os rejeitos arenosos criou riscos potenciais que posteriormente foram agravados por outras ações. O novo sistema de drenagem interna da barragem, o Tapete drenante, não atendeu os níveis crescentes de saturação da barragem. A conjunção dessas ações, somada ao volume de rejeitos depositados em ritmo acelerado de alteamentos, foi o fator determinante do ponto de ruptura da barragem ter sido na ombreira esquerda e não em outro local, segundo Morgenstern, *et al.*, (2016).

D – A substituição das galerias principal e secundária (2010-2013)

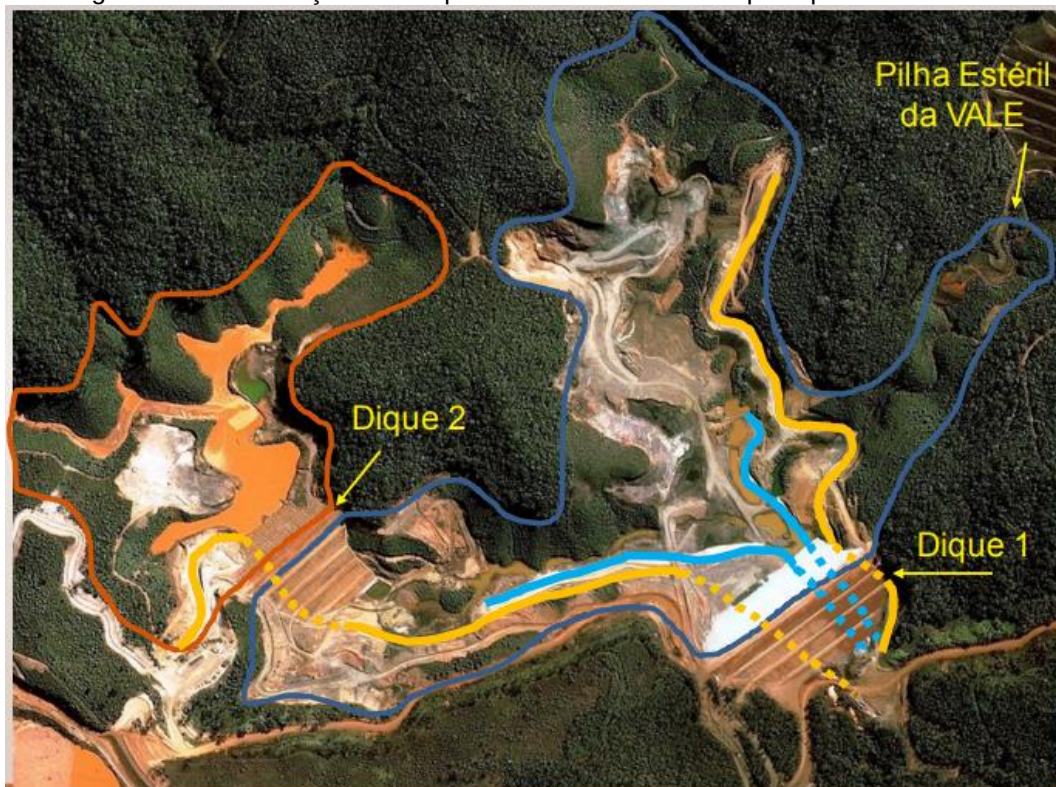
A barragem de Fundão possuía duas galerias de concreto, a Galeria Principal e a Galeria Secundária¹²⁴. Ambas tinham por função “drenar os fluxos entrantes de água oriunda de precipitação normal, inundações e polpa de rejeitos descarregadas” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 6). A Galeria principal foi prevista para receber a água proveniente do reservatório de lama situado a montante do Dique 2 (rejeitos lamosos) e a Galeria secundária sob o Dique 1 (rejeitos arenosos). As anomalias¹²⁵ das galerias de concreto foram percebidas, em meados de 2010, e geraram problemas recorrentes até o final de 2013, quando foram implantados novos extravasores. A Figura 29, a

¹²⁴ “A Galeria Principal, prevista para receber a água proveniente do reservatório de lama situado a montante do Dique 2, era composta por uma galeria de fundo, acoplada a uma galeria inclinada dotada de tulipas operadas com stop-logs, apoiada sobre a encosta do terreno natural. Tratava-se de uma estrutura de concreto armado com cerca de 980 m de comprimento [...]. A Galeria Secundária [...] possuía 540 m de extensão, [...] com 470 m de comprimento, posicionado sob o reservatório do Dique 1, e o trecho de jusante [...] com comprimento de cerca de 70 m, situado sob a estrutura do Dique 1” (MPF, 2016a, p. 68).

¹²⁵ Anomalias é “qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa vir a afetar a segurança da barragem, tanto a curto como a longo prazo”, conforme a Resolução ANA nº 742/2011.

seguir, mostra a localização da Galeria Principal (linha amarela à direita até o Dique 1) e da Galeria Secundária (linha amarela abaixo do Dique 2).

Figura 29 – Localização dos Diques 1 e 2 e das Galerias principal e secundária



Fonte: Morgenstern *et al.*, 2016, p. 7.

As falhas nas galerias eram sinais indicativos de possíveis consequências drásticas. Isso tendo em vista que, “caso uma das galerias entrasse em colapso, poderia haver uma liberação descontrolada de rejeitos do reservatório ou a ruptura da barragem” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 11). Além do risco, “foi descoberto, a partir de análises estruturais, que a Galeria Secundária não poderia suportar rejeitos acima da elevação 845 m, cerca de 10 m abaixo do nível já alcançado pelos rejeitos naquela época” (MPF, 2016a, p. 78). Após várias obras corretivas, a Samarco decidiu construir um novo sistema extravasor, utilizando tubos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) com 1,2 m de diâmetro (MPF, 2016a, p. 68)¹²⁶. A seguir, o Quadro 10 sintetiza as anomalias e obras realizadas pela Samarco.

¹²⁶ As obras foram realizadas pela Construtora G-Maia Ltda., com início em 12/12/2012 e término em 11/09/2013, “conforme Anotação de Responsabilidade Técnica nº. 014201300000001199616” (MTPS/SEGUR, 2016, p. 32).

Quadro 10 – Anomalias e obras nas galerias principal e secundária (BRF)

ANO	DATA	EVENTO	FONTE
2010	Julho	Passagem de rejeito arenoso para jusante do Dique 1 através da galeria principal, desencadeando um cone de sucção. Após inspeções na galeria principal, ficou evidenciada a abertura de juntas dilatação entre os módulos que possibilitava a passagem de rejeitos para o interior da estrutura, em razão de recalque da fundação. Na galeria secundária foram verificadas trincas no concreto e juntas com vazamento.	SAMARCO G001600-01RI002
2011	Jan	Início da obra de recuperação do terreno da fundação da galeria principal através de <i>Jet Grouting</i> , executado por Novatecna, término em junho de 2011.	SAMARCO G001600-0-1RI002
2011	08/Nov	Início do reforço do terreno da fundação da galeria secundária através de <i>Jet Grouting</i> , com término em 30/04/2012.	Relatório técnico da Pimenta de Ávila sobre o acompanhamento da obra de execução de colunas em jet grouting para reforço da fundação da galeria secundária da barragem do fundão.
2012	1º semestre	<i>Sinkhole</i> na região do recuo do eixo, junto à ombreira esquerda	Reunião Samarco 2012 01/12/15, Imagem semestre ombreira esquerda Google Maps 05/07/12
2012	Não informado	Construção de extravasor auxiliar constituído de duas galerias em PEAD, diâmetro de 1,20m, junto à ombreira esquerda	SAMARCO G001600-0-1RI002 e entrevista com o Eng. Germano
2012	12/dez	Início do plugamento (concretagem) das galerias principal e secundária, com término em 11/09/2013	ART Construtora Gmaia, nº1420130000000119961 6

Fonte: MTPS/SEGUR, 2016, p. 111-114, adaptado pela autora, 2023.

As falhas ocorridas na Galeria Secundária, mais do que na Galeria Principal, tiveram papel relevante no encadeamento de problemas que levaram à ruptura da barragem. Vários fatores foram apontados como determinantes dos problemas. Para Morgenstern *et al.* (2016, p. 12), “a altura dos rejeitos na ombreira esquerda já havia ultrapassado a capacidade de carga da Galeria Secundária, a barragem não poderia ser mais alteada sobre [aquela] área até que a operação de tamponamento estivesse concluída”. O MPF (2016a) destacou o ritmo intenso dos alteamentos informando que, de julho de 2011 a setembro de 2012, “o Dique 1 foi alteado em 18 metros; o Dique 2 em 8 metros” (Idem, p. 101). E, os auditores do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS/SEGUR, 2016) apresentaram informações convergentes e

complementares, conforme segue:

Em 2012, no entanto, novamente houve surgimento de *sinkhole*¹²⁷ e, dessa vez na região da ombreira esquerda, na elevação 855 m. Novamente a causa teria sido recalque da fundação, que causou abertura das juntas da galeria secundária. Foi feito um estudo que identificou elevado gradiente hidráulico na ombreira esquerda, que estaria relacionado com o nível de água elevado na região da Pilha de Depósito de Estéril União, da mina de Fábrica Nova da Vale S/A, que chegava a formar um lago próximo a essa área (MTPS/SEGUR, 2016, p. 118).

Portanto, as anomalias e obras de reparação nas duas galerias, desde julho de 2010 até setembro de 2013, comprometeram parcialmente o sistema extravasor por mais de três anos e agravaram os problemas de saturação dos rejeitos, contribuindo para o desfecho conhecido. Agrega-se, ainda, os alteamentos realizados acima dos limites e do ritmo estabelecidos pelas normas de segurança e estabilidade da barragem. Além das anomalias ocorridas nas galerias, um problema externo se somou aos riscos de saturação já existentes. Trata-se do lago da grota da Vale S.A. que será abordado a seguir.

E – O lago da grota da Vale S.A. como fator de agravamento de risco (2012-2015)

A barragem de Fundão ficava vizinha a uma pilha de estéril da mineradora Vale S.A. que recebia os efluentes da mina de Fábrica Nova. A pilha em questão é uma estrutura de disposição de rejeitos ou estéril diferente das barragens da Samarco. A água oriunda da drenagem interna da pilha formou um lago chamado de grota da Vale¹²⁸. A confluência das estruturas “contribuiu para o aporte de água não prevista sob a estrutura do barramento do Dique 1 de Fundão, incrementando o risco de rompimento da estrutura” (MPF, 2016a, p. 113)¹²⁹.

¹²⁷ *Sinkhole*, nome em inglês para denominar vazios de superfície. Esses vazios (buracos) ocorrem normalmente quando há condições adversas no solo, como chuva intensa e pressões na superfície sobre um substrato que não as suportam. Por isso ocorre escorregamentos de terra que criam enormes crateras, levando para o seu interior tudo o que se encontra no diâmetro do vazio, incluindo ruas, casas, prédios, etc.

¹²⁸ O lago da grota da Vale é o “ponto conhecido por receber a contribuição do sistema de drenagem interna da pilha de estéril da mina da Fábrica Nova, de propriedade da VALE (PDE Permanente II)” (MPF, 2016a, p. 111).

¹²⁹ Para mais informações ver: Processo 00015/1984/054/2006, fl. 422 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015).

O problema foi identificado em setembro de 2012, quando foram constatados indícios de falhas na Galeria Secundária e também se verificou a acumulação de água, com formação de lago, no pé da Pilha de Depósito de Estéril (PDE) Permanente II, na cota 860 m, localizado próximo da ombreira esquerda da barragem de Fundão.

A adequação da pilha de estéril da Vale era uma pendência não considerada pela Samarco desde o processo de licenciamento da barragem de Fundão. Essa pendência refere-se à condicionante número 3, da Licença Prévia nº 006, de 26 de abril de 2007, que estabelecia a seguinte obrigação:

[...] apresentar (até a data de requerimento da LI) o projeto das adequações que serão implementadas visando assegurar a estabilidade do depósito de estéril da Mina da CVRD (VALE), tendo em vista a possível interferência do lago da barragem sobre a mesma (MPF, 2016a, p. 111)¹³⁰.

Como visto anteriormente, a Licença de Instalação foi concedida sem que a Samarco cumprisse essa condicionante. À época do licenciamento, a Samarco informou à SEMAD que a Vale S. A. faria um projeto de adequação de sua pilha de estéril visando suprimir a interferência com o reservatório da barragem. No entanto, nem a Vale nem a Samarco cumpriram a condicionante número 3 em tempo hábil, segundo o MPF (2016a, p.113).

A Figura 30 mostra a localização do lago na grota da Vale S.A. e sua proximidade com o Eixo da barragem de Fundão, o que evidencia a influência na saturação do reservatório do Dique1.

Figura 30 – Localização do lago na grota da Vale S.A. (maio/2013)



Fonte: MPF, 2016a, p. 110.

¹³⁰ Para mais informações ver: Processo 00015/1984/054/2006, fl. 422 (Cf. mídia de fl. 630 do IPL nº 1843/2015).

Segundo o MPF (2016a), somente em agosto de 2013 a Samarco começou a agir em busca de solução para o problema do lago da Vale. A partir do excerto abaixo, embora as providências tenham sido tomadas, ainda havia pendências até a data do rompimento da barragem de Fundão.

A VOGBR, elaborou, em abril de 2013, o Projeto Executivo de Drenagem do Pé da Pilha de Estéril da VALE, com o objetivo de reduzir o aporte de água para o reservatório da barragem de Fundão, considerando os alteamentos previstos até a cota 920 m, a fim de conduzir adequadamente o fluxo de água percolada no interior da Pilha da VALE para fora do SRF. A obra foi iniciada em agosto de 2013. Somente a partir de agosto de 2014, iniciou-se o esgotamento da água acumulada na grota da VALE e, posteriormente, seu preenchimento com *underflow* do rejeito arenoso produzido pela usina de ciclonagem, com o intuito de não mais permitir a formação de lago. Apesar de tudo, a barragem rompeu, em 05/11/2015, sem que a SAMARCO tivesse concluído as obras de reforço de drenagem. Nada obstante, os alteamentos continuaram em ritmo acelerado, afinal, a produção não poderia parar! (MPF, 2016a, p. 110).

Além do aporte de água não prevista, constatou-se que a Vale S.A. depositava rejeitos na barragem de Fundão sem o conhecimento do órgão fiscalizador de barragens. De acordo com o MPF (2016a, p.161), os “servidores do DNPM, identificaram que ‘os efluentes provenientes da usina de beneficiamento da Vale S.A. (Usina II), que trata o minério da área do processo DNPM 930.193/1982, estava sendo lançado na barragem do Fundão’”. O órgão fiscalizador informou que “apenas tomou conhecimento da deposição de rejeitos da Vale na barragem de Fundão em 27/11/2015, em decorrência da fiscalização de campo empreendida” (Idem)¹³¹. Diante dessa constatação, a investigação prosseguiu visando identificar o volume de rejeitos depositados, sendo constatado que quase 30% de toda a lama depositada, entre os anos de 2008 a 2015, seriam provenientes da Vale S.A.¹³².

Apurou-se ainda que em nenhum momento os órgãos públicos de controle da segurança de barragens foram informados pela Samarco, tampouco pela Vale, sobre a deposição de rejeitos provenientes da usina de beneficiamento da Vale S.A.¹³³. O MPF (2016) identificou, por meio de simulação, o volume de rejeitos depositados no Sistema de Rejeito de Fundão (SRF) pela Vale S.A. e chegou à seguinte conclusão:

¹³¹ Conforme o MPF (2016a, p. 161), as informações sobre o fato constam em “Relatórios de Fiscalização de fls. 118-131 do PIC nº 1.22.000.000003/2016-04”.

¹³² “O Laudo nº 994 SETEC identificou, por meio de simulação, que se não houvesse a contribuição de rejeitos da Vale para o reservatório de Fundão, a premissa de separação dos rejeitos, concebida no projeto original com o alteamento conjunto dos dois diques, não se teria perdido durante a operação” (MPF, 2016a, p.161).

¹³³ As controvérsias sobre a deposição de rejeitos pela Vale S.A na barragem de Fundão repercutiram à época nos grandes veículos de comunicação.

A Vale encaminhou, entre os anos de 2008 a 2015, para o SRF, no Dique 2, o volume de 5.187.610 m³. Em média, a produção de rejeito da VALE encaminhada para a barragem do Fundão foi igual a 648.451 m³, anualmente [...]. Identificou-se, também, que a lama da VALE teve grande influência na elevação do nível do reservatório, uma vez que responde a cerca de 27% de toda a lama depositada entre os anos de 2008 a 2015 na barragem de Fundão (MPF, 2016a, p. 161-162).

Em suma, os problemas de saturação dos rejeitos foram agravados pelas anomalias e obras de reparação das duas galerias que comprometeram parcialmente o sistema extravasor por mais de três anos. Agregou-se ainda o lago da gruta da Vale S.A. devido ao aporte de água não prevista. Tal fato evidenciou que as empresas não cumpriram, em tempo hábil, a condicionante 3, estabelecida pela Licença Prévia nº 006/2007. Além disso, a deposição clandestina de rejeitos da Vale S.A. na barragem de Fundão evidenciou, mais uma vez, o descumprimento das leis e normas vigentes pelas referidas mineradoras. Trata-se de indícios da vulnerabilidade político-institucional como fator de agravamento do risco de desastres que se busca evidenciar e que será detalhado nos próximos Capítulos.

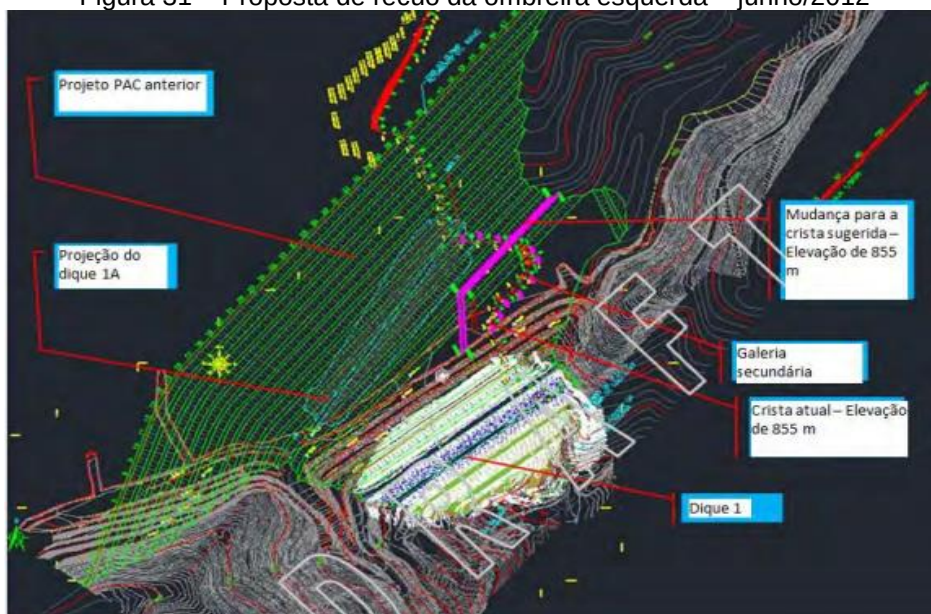
F – O recuo do eixo da barragem na ombreira esquerda (2012-2015)

Em 2012, a Samarco decidiu fazer o realinhamento da barragem na ombreira esquerda do Dique 1¹³⁴. A gravidade da decisão deriva do fato de que “o recuo da crista iria sobrecarregá-la mais próxima, ou mesmo acima, do avanço da praia e dos locais em que já tinha ocorrido a deposição de lama” (Morgenstern *et.al*, 2016, p. 12). A medida seria temporária, apenas enquanto durassem as obras na Galeria Secundária. As obras foram concluídas somente em setembro de 2013 e, por outras razões, o eixo da barragem não foi retificado. Enquanto isso, os alteamentos prosseguiram sobre as camadas dos rejeitos misturados que haviam sido previamente depositados. Desse modo, para os autores, estavam configuradas as condições necessárias para desencadear a liquefação. A seguir, a Figura 31 apresenta a

¹³⁴ Conforme o MTPS/SEGUR (2016, p. 147), ombreiras são “elevações no terreno natural onde as extremidades do dique se apoiam. As cargas sobre o dique (pressão que os rejeitos fazem sobre o mesmo), pela geometria e construção da barragem, são transferidas para as ombreiras, que impedem que, por exemplo, todo o dique seja empurrado para jusante”.

proposta de recuo implementada no final de 2012.

Figura 31 – Proposta de recuo da ombreira esquerda – junho/2012

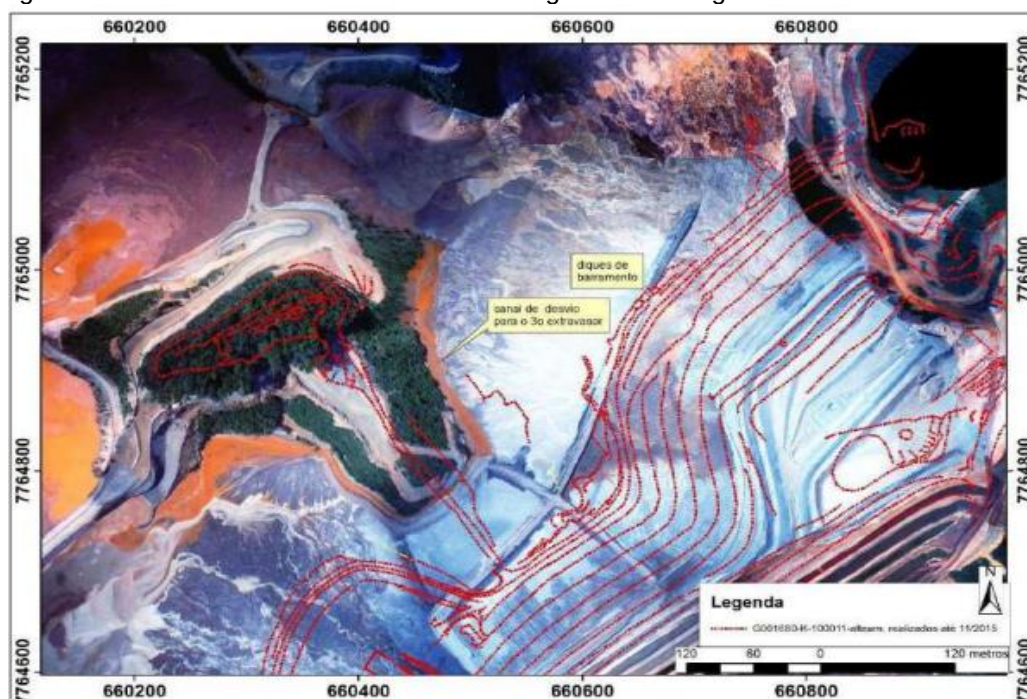


Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 13.

Mesmo tendo ciência do risco, a Samarco recuou o eixo da barragem na ombreira esquerda em aproximadamente 80 m, em setembro 2012. Em dezembro 2012, foi feito outro recuo em mais 70 m. Assim, o recuo do eixo totalizou aproximadamente 150 m (MPF, 2016a, p. 103-10). Segundo Morgenstern *et al.* (2016, p. 51), “à medida que a altura do aterro crescia e sua crista se movia para montante, o talude do maciço cada vez mais se posicionava sobre uma maior proporção de lamas na região de intercalações”. Os alteamentos foram feitos sobre rejeitos saturados “a uma taxa média de 18 m/ano em 2013 e 3,0 m em setembro, um recorde mensal. Nos 18 meses, desde que foi tomada a decisão do recuo, a barragem tinha sido alteada em mais de 20 m” (Idem, p.15).

A vista geral da barragem de Fundão, mostrada na ortofoto da Figura 32, evidencia a situação na qual ela se encontrava em setembro de 2013. O pontilhado vermelho, em curvas sobre a parte clara, indica a área dos alteamentos que foram realizados até 2015, após o recuo do eixo.

Figura 32 – Recuo do Eixo – Ortofoto da vista geral da barragem de Fundão em set/2013



Fonte: MPF, 2016, p. 114.

A partir de meados de 2013, começaram as surgências na ombreira esquerda indicando problemas de saturação da barragem, conforme os dados do MTPS/SEGUR (2016, p. 112). Dessa vez, o problema poderia ser decorrente do recuo do eixo da barragem para dentro de reservatório do Dique1. No entanto, apesar dos riscos, o eixo do maciço não foi retificado até o colapso da barragem. Após o desastre, as investigações constataram que as condições do reservatório não eram adequadas para suportar o recuo do alinhamento feito pela empresa. Isso porque, desde o início das operações, o sistema de drenagem geral da barragem era deficiente. Entretanto, outras ações da empresa criaram novas condições de riscos, tais como, a mistura de lama e areia no interior do reservatório do Dique1, o descuido com as praias mínimas de 200 m e os alteamentos fora dos padrões de segurança, além da água não prevista oriunda do lago da grota da Vale. Após o desastre, Morgenstern *et al.* (2016, p. 26) apontaram alguns eventos e condições antecedentes que causaram a liquefação estática na ombreira esquerda: “saturação da areia”, “invasão da água que permitiu que a lama se depositasse na praia de rejeitos”, “recuo do alinhamento”, e “aumento da altura do recuo resultante do alteamento contínuo da barragem”.

Depreende-se das informações apresentadas que as soluções apressadas em

razão da estratégia de expansão acelerada da produção conformaram uma trama de fatores e contingências que agravou a situação de riscos à medida que aumentava o volume de rejeitos depositados.

G – O incidente com o talude anunciou a ruptura da barragem (2014)

O incidente com o talude¹³⁵ indicou os riscos de saturação e estabilidade do Dique 1. O fato demarcou uma situação de pré-ruptura da barragem de Fundão, conforme foi diagnosticado pelos consultores da Samarco. Antes do detalhamento do fato importa lembrar que, em 2013, a produção da Samarco alcançou 21.737 milhões de toneladas, um aumento de 35,8% em relação a 2007. Portanto, após cinco anos de expansão produtiva, o aumento do volume de rejeitos desafiava a capacidade de gestão dos riscos da barragem. Ademais, em abril de 2014, foi inaugurada a quarta usina de pelotização, ou seja, ampliou a produção e o volume de rejeitos, por isso, intensificaram ainda mais o ritmo dos alteamentos, o que aumentou a carga de pressão nos diques de contenção.

Embora a empresa estivesse aprimorando os mecanismos de gestão de risco e sustentabilidade, a estratégia expansionista prevalecia sobre os novos dispositivos internos. Assim, as medidas para manter o funcionamento da barragem agravaram os riscos em ritmo acelerado até o colapso desastroso.

A correlação entre as ações da empresa e o agravamento dos riscos da barragem tornou-se ainda mais nítida a partir de 2013, após o recuo do eixo da ombreira esquerda para dentro do reservatório do Dique 1, pois a barragem passou a ser alteada sobre rejeitos saturados agravando os riscos de liquefação. Não bastasse essa condição arriscada, o ritmo dos alteamentos foi intensificado extrapolando desmesuradamente as normas de segurança¹³⁶.

¹³⁵ Conforme o MTPS/SEGUR (2016, p. 131), “talude é um plano de terreno inclinado que limita um aterro e tem como função garantir a estabilidade do aterro. Pode ser resultado de uma escavação, de origem natural ou de deposição de material. No caso de barragens alteadas a montante, o talude é constituído por meio da deposição do próprio rejeito”.

¹³⁶ Conforme o MPF (2016a, p.137), “entre janeiro e março de 2014, na área do lado esquerdo, onde o eixo da barragem havia sido recuado, havia alteamentos que totalizavam cerca de vinte metros de altura. O preenchimento do espaço existente entre esse recuo e o alinhamento original do Dique 1 estava sendo feito com rejeito transportado por caminhões, espalhado na área do recuo, recebendo aspersão de água e compactado por trator de esteiras, em vez de lançamento do rejeito por descarga

A seguir, a Tabela 1 apresenta os dados sistematizados pelo MPF concernentes ao volume de rejeitos depositados anualmente (2008-2015). Observa-se que volume de rejeitos arenosos depositado no Dique 1, após o realinhamento do eixo do maciço da barragem, entre 2013-2015, foi quase duas vezes maior que toda quantidade anteriormente depositada.

Tabela 1 – Quantidade de rejeito de lama depositado no Dique 1 e Dique 2.

Ano	Arenoso (m³)	Arenoso Acumulado (m³)	*Cota Aproximada (m)	Lama (SAMARCO + VALE) M³	Lama Acumulada Samarco + VALE	**Cota Aproximada (m)
2008	237.191,00	237.191,00	801,0	731.069,95	731.069,95	825,5
2009	371.040,24	608.231,24	807,5	1.096.604,93	1.827.674,88	838,5
2010	3289.894,13	3.898.125,37	827,5	1.827.674,89	3.655.349,77	849,0
2011	2.103.707,02	6.001.832,39	835,0	1.155.835,75	4.811.185,52	854,0
2012	6.089.183,16	12.091.015,55	853,0	2.297.798,92	7.108.984,44	862,0
2013	7.013.645,75	19.104.661,30	868,5	3.015.928,67	10.124.913,11	870,5
2014	8.382.455,30	27.487.116,60	883,5	4.613.554,49	14.738.467,60	881,0
2015	8.002.965,48	35.490.082,08	898,0	4.632.390,45	19.370.858,05	890,0

*Informação extraída da Planilha Curva Cota x Volume Dique 1 Arenoso. ** Informação extraída da Planilha Curva Cota x Volume Dique 2 Lama.

Fonte: MPF, 2016a, p. 101. Tabela digitada pela autora, 2023.

O incidente com o talude ocorreu em 27 de agosto de 2014 quando a equipe da Samarco identificou o início de um deslizamento do maciço na área do recuo junto à ombreira esquerda. Verificou-se ainda diversas trincas no trecho recuado, tanto na crista do alteamento como no pé do talude do recuo, quanto dentro do reservatório, bem como no início de saturação superficial da base. Trincas mais amplas do que as que ocorreram no ano anterior “se estendiam por detrás da crista da barragem, até o pé do recuo, abrangendo quase toda a superfície do talude” (Morgenstern *et al.* 2016, p. 16).

Após o incidente, os engenheiros da Samarco (Francisco Almeida, Wanderson e Anelisa) reuniram-se com o consultor Pimenta de Ávila para discutir o escorregamento do maciço¹³⁷, o qual “adverteu para a hipótese de liquefação estática,

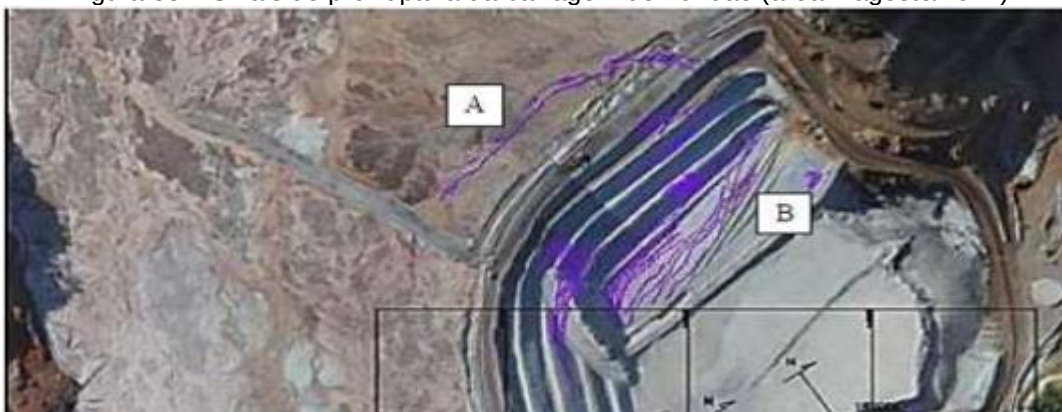
direta da tubulação, face à elevada quantidade de água com ela transportada. A SAMARCO estudava a implantação do método denominado ciclonagem, para fins de contenção de gastos, frente ao método dispendioso do transporte mecânico por caminhões para atender ao projeto de retorno ao eixo. Foi sugerida, então, a verificação da classificação granulométrica após segregação, devido à densidade dos materiais, bem como ensaios para testar a eficiência desse método. Em 22/04/2014, começaram, na área do recuo, os trabalhos para a implantação do método de ciclonagem dos rejeitos arenosos, com o início da chegada das tubulações. Dessa forma, a SAMARCO esperava obter condições de compactação dos rejeitos, lançados pelas usinas de ciclonagem, denominados *underflow*, eliminando a necessidade de transporte de rejeitos de outras áreas por caminhões, reduzindo, assim, o custo da operação, em detrimento à segurança.

¹³⁷ Conforme o MPF (2016, p. 132), as informações constam no “Relatório de inspeção do sistema de disposição de rejeitos feita em 04 de setembro de 2014 – SA-900-RL-38702-0A, às fls. 696-702, do volume III do IPL nº 1843/2015”.

isto é, quando um material sólido passa a se comportar como um fluido, devido ao carregamento estático, no caso, pelo alteamento” (MPF, 2016a, p. 134). Ainda de acordo com o MPF (Idem, p. 137), “entre janeiro e março de 2014, na área do lado esquerdo, onde o eixo da barragem havia sido recuado, havia alteamentos que totalizavam cerca de vinte metros de altura”.

Em setembro de 2014, a empresa Pimenta de Ávila Consultoria realizou inspeções na barragem e identificou a situação de pré-ruptura por liquefação estática (MPF, 2016a, p. 132), conforme mostram as Figuras 33 e 34. A Figura 35 apresenta as imagens locais das trincas contidas na região do eixo recuado.

Figura 33 – Sinais de pré-ruptura da barragem de Fundão (área – agosto/2014)



Fonte: MPF, 2016, p. 131.

Figura 34 – Sinais de pré-ruptura da barragem de Fundão (agosto/2014)



Fonte: MPF, 2016, p. 131.

Figura 35 – Trincas no topo, paralelas à crista, dentro do reservatório – setembro/2014



Fonte: MPF, 2016, p. 133.

Dada a gravidade da situação, em outubro de 2014, a Samarco apresentou projeto de retificação do eixo original. O projeto “previa a movimentação de um volume total de 2,5 milhões de m³ de rejeitos, durante 11 meses (até outubro de 2015), que foi calculado para atingir a cota 885 m” (MPF, 2016a, p. 137). Todavia, em dezembro de 2014, a Samarco informou que o projeto seria adiado “para aguardar a construção do tapete drenante na área da grota da VALE pelo projeto de Alçamento 940 m” (Idem).

O Conselho de Administração da Samarco foi informado sobre o atraso nas obras de retorno do eixo do Dique 1. A reunião foi realizada em 10/12/2014 (119ª reunião do Conselho), estando presentes James John Wilson, Stephen Michael Potter, Margaret Beck, Sérgio Consoli Fernandes, Antonino Ottaviano, Maria Carvalheiro, Ricardo Vescovi de Aragão e Kleber Luiz de Mendonça Terra¹³⁸. Durante a reunião, um resumo do relatório elaborado pelo ITBR foi apresentado por Kléber Terra, informando que “nem todas as ações recomendadas haviam sido implementadas (16% não implementadas, mas planejadas)” (MPF, 2016a, p. 139). O atraso nas obras contrariava as recomendações técnicas dos consultores, a empresa Pimenta de Ávila Consultoria e *Independent Tailing Review Board* (ITBR), que avaliaram a insuficiência da drenagem interna como causa da saturação do talude e alertaram para o risco de ruptura. Apesar da gravidade da situação, “o Conselho tomou conhecimento das informações e reforçou que, depois da segurança, a redução

¹³⁸ Membros do Conselho de Administração, em 2014: Membros efetivos: James John Wilson; Jeffery Zweig e suplentes Sérgio Consoli Fernandes e Temporariamente vago (BHP): José Carlos Martins; Hélio Moreira Cabral e suplentes Stephen Potter e Marcelo Botelho (Vale).

de custos deveria ser o foco principal da gestão de 2015”, segundo as informações do MPF (2016a, p. 142).

Depreende-se que, em dezembro de 2014, os responsáveis pela barragem de Fundão, inclusive a mais alta instância decisória da Samarco, tinham conhecimento dos riscos de ruptura da barragem, mas optaram por manter as decisões operacionais. Não apenas mantiveram o eixo da barragem recuado sobre rejeitos saturados como também intensificaram os alteamentos, descumprindo os padrões de segurança vigentes, inclusive as normas de segurança da própria Samarco estabelecidas pelo Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão que havia sido atualizado pela PAC em 2012.

O momento econômico era desafiador devido à queda do preço do minério de ferro que reduziu pela metade em 2014. Como já visto no item 3.1.2, a direção da empresa havia decidido atravessar as adversidades do mercado com a estratégia de aumentar a produtividade e baixar os custos de produção. O custo dos riscos denominados “falha crítica no processo de operação de barragens” era um dos mais significativos dentre aqueles identificados pela Samarco, conforme a análise do MPF (2016a, p. 189). Então, “optou-se por economizar onde não se devia!”, concluiu o MPF (2016a, p. 192).

A seguir, o Quadro 11 apresenta os dados sobre as surgências e as trincas da barragem de Fundão. Os dados disponibilizados pelo MPTS/SEGUR (2016) são informações dos relatórios da Samarco e das empresas contratadas por ela para prestação de serviços especializados de segurança da barragem.

Quadro 11 – Surgências e trincas na barragem de Fundão

ANO	DATA	EVENTO	FONTE
2013	Agosto	Surgência na El. 855.00m ombreira esquerda do Dique 1.	Relatório técnico de segurança regular elaborado por VOGBR (SAMARCO G001600- 0-1RI002)
2013	Nov	Surgência na ombreira esquerda, El. 860.00m, com saturação na face do talude e desmoronamento localizado	Relatório técnico de segurança regular elaborado por VOGBR. (SAMARCO G001600- 0-1RI002)
2014	27/Ago	Surgimento de trincas longitudinais na região do recuo do eixo, El. 862m a El. 863m, em taludes bermas de diques à jusante, até chegar na crista (El. 885m), avançando sobre a praia de rejeitos.	Relatório ITRB N° 11, de 20/11/2014 e Slides em ppt produzidos por Samarco: Trincas Dique1
2014	N.I.	Surgência ombreira direita, El. 850m.	Relatório técnico de segurança regular elaborado por VOGBR (SAMARCO G001600-O-1R1002)

2015	Janeiro	Surgência na ombreira direita na EI. 855.00m	Relatório técnico de segurança regular elaborado por VOGBR (SAMARCO G001627-O-1R1002)

Fonte: MTPS/SEGUR (2016, p.112-113), adaptado pela autora, 2023.

Por fim, dada a gravidade das condições da barragem, faz-se necessário destacar como a empresa emitia as informações ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), órgão responsável pela fiscalização das barragens de mineração. É importante lembrar que, em 2010, foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens e, a partir de 2012, o empreendedor deveria atender aos parâmetros regulamentados pela Resolução CNRH nº 143/2012 e pelas Portaria DNPM nº 416/2012 e nº 526/2013. Então, no cumprimento da determinação legal, com início em 2012, a Samarco informou ao órgão fiscalizador os dados da barragem de Fundão, conforme consta no Relatório Anual de Lavra (RAL). As principais informações do RAL, 2012-2015, foram sistematizadas pelo MTPS (2016, p. 103) no Quadro 12, a seguir:

Quadro 12 – Resumo das informações dos Relatório Anuais de Lavra (RAL)

Relatório Anual de Lavra	Exercício 2013 Ano Base 2012	Exercício 2014 Ano base 2013	Exercício 2015 Ano base 2014
Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Taludes	Não existe deterioração de taludes e parâmetros	Não existe deterioração de taludes e parâmetros	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Estruturas extravasoras	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal. Barragem sem necessidade de estruturas extravasoras	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal. Barragem sem necessidade de estruturas extravasoras.	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal. Barragem sem necessidade de estruturas extravasoras.
Resumo das informações relevantes das inspeções de segurança regulares realizadas no ano-base	Não informado	Falta de leira no acesso da berma da barragem; Presença de cupins acima no talude de jusante; Troncos e galhos nas leiras de acesso da tulipa secundária; Bomba d'água operando inclinada; Drenagem irregular no contato do primeiro desvio do eixo; Canaletas de drenagem obstruídas Vazamento de tubulação de rejeito.	Canaletas obstruídas; Canaletas quebradas; Vazamento tubulação; Caixa do extravasor com formas instaladas no interior de passagem causando risco de obstrução em caso de desprendimento; Baía A desconfigurada.
PAE	Em elaboração	Possui PAE	Possui PAE
Impacto Ambiental	Significativo	Significativo	Significativo
Impacto sócio econômico	Médio	Médio	Médio

Fonte: MTPS, 2016, p. 103.

Verifica-se na Figura 36 que as principais informações emitidas pela empresa e constantes do Relatório Anual de Lavra (RAL) são incompatíveis com as informações dos quadros anteriores, cujos dados são da própria Samarco, oriundos das inspeções realizadas na barragem pelos funcionários ou prestadores de serviço da empresa. A simples comparação das informações evidencia que a Samarco omitiu do órgão fiscalizador a real situação na qual se encontrava a barragem de Fundão.

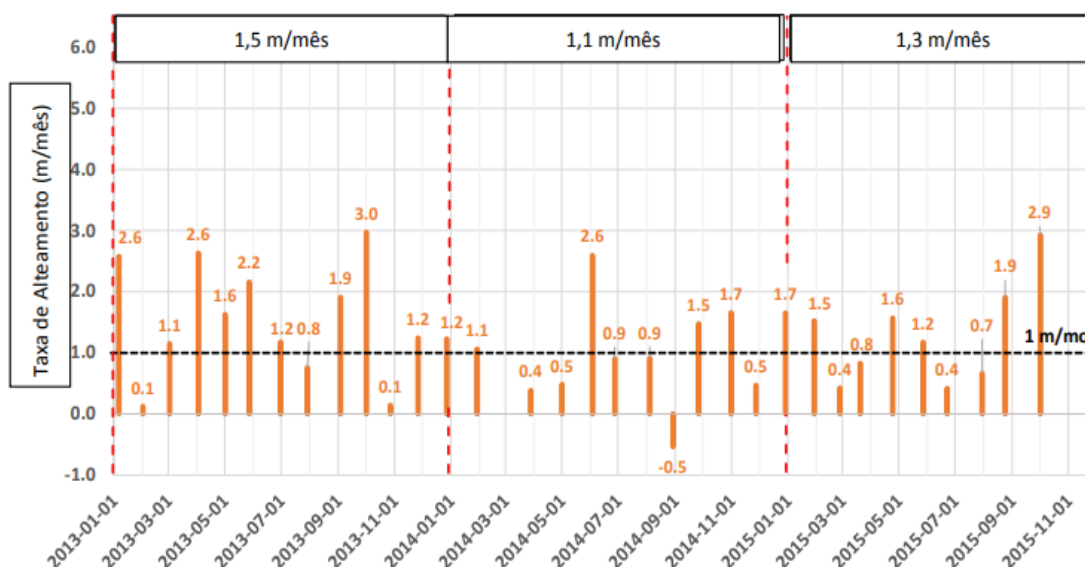
H – A velocidade da taxa de alteamentos da barragem (2013-2015)

Como visto anteriormente, a velocidade da taxa de alteamentos foi um dos principais fatores de agravamento do risco da barragem de Fundão. É importante destacar o período de 2013 a 2015 porque a barragem estava em situação contingencial devido ao recuo do eixo e os alteamentos eram feitos dentro do reservatório do Dique1 sobre rejeitos saturados e misturados (lama e areia). Apesar dos riscos da barragem, nesse período, o volume de rejeitos arenosos depositados aumentou em 193%, totalizando 35.490.082,08 m³, e a lama acumulada quase dobrou chegando a 19.370.858,05 m³.

Segundo Morgenstern *et al.* (2016, p. 55), “a taxa de alteamento da crista da barragem na ombreira esquerda variou durante a vida útil do recuo. O valor médio de 1,3 m/mês, durante 2015, ou uma taxa anualizada de 15,7 m/ano era intermediário entre as taxas alcançadas em 2013 e 2014”. Destaca-se o mês de outubro de 2015, com intensa atividade na ombreira esquerda para altear a crista da barragem à elevação 900 m, em ritmo de alteamento acelerado, perfazendo 2,9 m por mês ou uma taxa anualizada de 35m/ano.

A seguir, a Figura 36 mostra a taxa de alteamento entre 01/01/2013 e 01/11/2015 durante o período de recuo do eixo da ombreira esquerda.

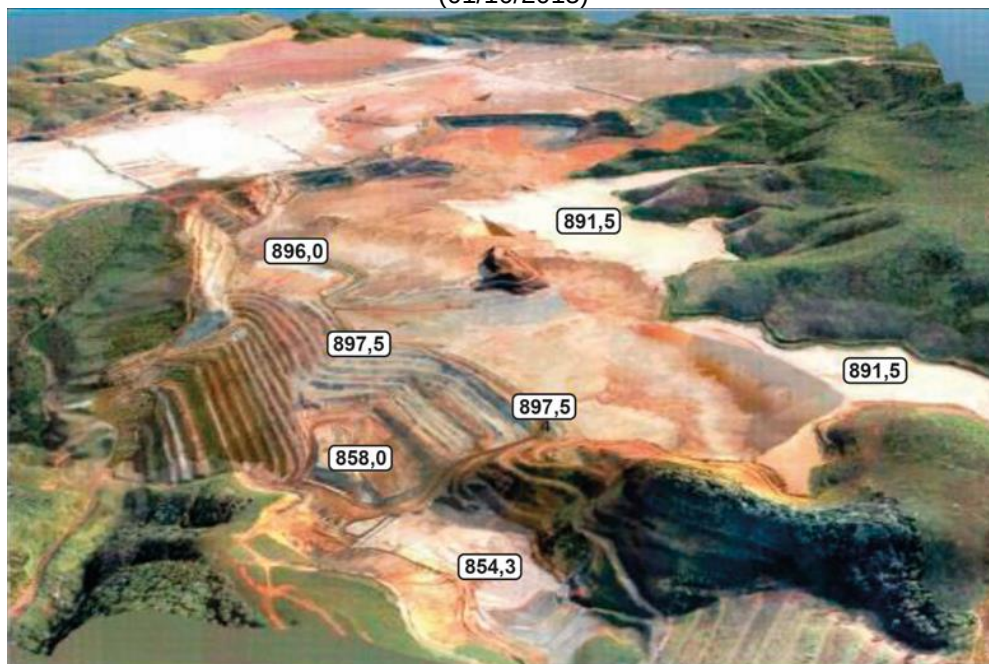
Figura 36 – Taxa de alteamento da crista da barragem no recuo da ombreira esquerda



Fonte: Morgenstern *et.al*, 2016, p. 55.

A seguir, as Figuras 37 e 38 mostram a barragem com o eixo recuado e as cotas de elevação dos alteamentos em 01/10/2015 e em 27/10/2015. As imagens, cedidas pela Samarco, permitem verificar a velocidade dos alteamentos comparando as cotas de elevação no último mês antes do desastre.

Figura 37 – Cotas de elevação dos alteamentos da barragem de Fundão (01/10/2015)



Data do levantamento: 01/10/15

Fonte: Laudo Pericial 16-0000379, da Polícia Civil de Minas Gerais, 2016, p. 65.

Figura 38 – Cotas de elevação dos alteamentos da barragem de Fundão (27/10/2015)



Fonte: Laudo Pericial 16-0000379, da Polícia Civil de Minas Gerais, 2016, p. 66.

Diante dessas informações, convém lembrar que o Manual de Operações do Sistema de Rejeito de Fundão havia sido atualizado em 2012 e orientava que os alteamentos não deveriam ultrapassar seis metros anuais. Além do que, à época, a boa técnica recomendava “o alteamento anual entre 4,6 m e 9,1 m para barragens de rejeito arenoso”, conforme ressaltou o MPF (2016a, p. 150). No entanto, as diretrizes e padrões técnicos foram desconsiderados pelos dirigentes da empresa, como também foi ignorada a expertise dos consultores.

Em síntese, a velocidade da taxa de alteamentos da barragem, no período de 2013 a 2015, evidenciou as razões corporativas que orientaram a expansão acelerada da produção que culminou no colapso da barragem. A meta foi dobrar o valor da empresa por meio da estratégia expansionista sustentada em alta produtividade, com baixo custo de produção e uso máximo dos ativos. Face ao resultado que levou à derrocada da empresa, depreende-se que as condições adversas não foram efetivamente consideradas pela alta direção da Samarco, assim como os sinais negativos do mercado ferrífero, tampouco os problemas de armazenagem dos rejeitos para suportar a produção em ritmo elevado.

3.2.7 Problemas do monitoramento dos riscos da barragem (2008-2015)

Os documentos pesquisados apresentaram vários problemas de monitoramento dos riscos da barragem de Fundão, entre os quais dois se destacam: as falhas na instrumentação e os abalos sísmicos ocorridos na região de Fundão. A importância da instrumentação para monitorar o comportamento de barragens é uma diretriz presente nos documentos especializados visando assegurar o controle das condições de segurança e funcionalidade durante o processo de operação e manutenção das barragens. Quanto aos abalos sísmicos, trata-se também de um problema concernente ao monitoramento dos riscos que, no caso da barragem de Fundão, foi objeto de debates devido aos tremores de terra ocorridos na região da barragem um pouco antes do desastre.

A – Falhas na instrumentação

Dado o porte, o potencial de risco e os problemas manifestados na barragem de Fundão, desde 2008, o pressuposto é que a instrumentação e o monitoramento deveriam ter sido uma prioridade dos gestores durante toda fase de operação da barragem. Segundo o MPF (2016a, p.157), alguns dos investigados argumentaram que, “a barragem possuía um moderno e eficiente sistema de instrumentação e monitoramento das estruturas, capaz de emitir alertas caso houvesse indicativos de riscos mais graves”. No entanto, os problemas graves ocorridos na barragem, inclusive seu desfecho desastroso, justificam as dúvidas sobre esse tema.

O MPF (2016a) apurou que, somente em setembro de 2009, a Ata da reunião do ITRB constou discussão sobre a filosofia da instrumentação da barragem para a projetista preparar o programa a ser implantado¹³⁹.

O ITRB, então, recomendou que a instrumentação contivesse: piezômetros tipo Casagrande e elétricos, para medição de pressões neutras; marcos superficiais, para medição de recalques e deformações horizontais; medidores de vazão, para medição da vazão do dreno de fundo; régua para

¹³⁹ Conforme o MPF (2016a, p.158), “todas as Atas de Reunião do ITRB seguem anexas a esta denúncia como Doc. 12”.

medição do nível d'água do reservatório, para acompanhamento do enchimento e da operação (MPF, 2016a, p. 157-158).

A implementação do programa de instrumentação parece não ter tido a celeridade necessária, pois, na reunião de julho de 2011, quase dois anos depois, “o ITRB reiterou a necessidade da instituição de um ‘um programa adequado de instrumentação e monitoramento das galerias’, que deveria ser ‘considerado parte essencial da gestão de risco das operações de Fundão’” (Idem, p.158). Além do que, “até outubro de 2012, a Samarco não detinha em seus quadros qualquer profissional com expertise na interpretação da instrumentação existente” (Ibidem).

Segundo o MPF (2016a, p. 159), os anos se passaram e os problemas de instrumentação permaneceram, pois, as investigações constataram que até outubro de 2014 não havia qualquer tipo de instrumentação na ombreira esquerda e o recuo do eixo havia começado em 2012. Na fase final, havia piezômetros e medidores de nível de água, tanto de leitura manual, quanto de transmissão automática. Porém, o sistema automático não funcionava adequadamente e as leituras manuais não mantinham a regularidade estabelecida pela orientação operacional. A investigação identificou doze instrumentos de monitoramento na área do recuo do eixo da ombreira esquerda, contudo, houve desmonte de três instrumentos, em 24/03/2015, e outros três em 25/03/2015. Além disso, em junho de 2015, outros quatro foram retirados e levados para a barragem de Santarém. Sendo assim, no ano do desastre, foram retirados da barragem de Fundão dez instrumentos de monitoramento.

Por sua vez, Morgenstern *et al.* (2016, p. 23) afirmaram que a barragem contava com grande número de instrumentos de monitoramento. Entretanto, eles também disseram que, para analisar as causas do rompimento da barragem, foi necessário fazer uma modelagem de percolação para obter “informações sobre condições de fluxo interno e de pressão em momentos e locais onde dados de instrumentação não estavam disponíveis” (Idem, p. 23). Embora houvesse falhas no monitoramento, os autores afirmaram a existência dos instrumentos.

A barragem contava com um grande número de instrumentos que mediam pressões internas de água, vazões e movimentações. Juntos, estes dados fornecem um registro do comportamento estrutural da barragem, permitindo rastrear tendências e mudanças ao longo de sua vida (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 23).

No que diz respeito a esse tema, os auditores do MTPS/SEGUR (2016, p.115) apresentaram avaliações e informações que contribuem para elucidar as dúvidas sobre a instrumentação e o monitoramento da barragem de Fundão.

Uma barragem de rejeitos de mineração não é uma estrutura que é construída e depois, simplesmente, utilizada. O represamento de rejeitos é um processo dinâmico, em que os diques são constantemente elevados enquanto os rejeitos são depositados, acompanhando o aumento do seu nível no reservatório. Especialmente nas barragens alteadas a montante, como é o caso da BRF, esse processo demanda ainda constante monitoramento, já que novos diques são construídos sobre rejeitos, que teoricamente deveriam estar compactados e drenados quando do início do alteamento, podendo ocorrer penetração ou percolação de água e outros fenômenos de desgaste que prejudiquem sua estabilidade (MTPS/SEGUR, 2016, p. 115).

Os auditores informaram que, no início de agosto de 2015, a barragem estava sendo elevada de 900 m para 920 m e, devido às obras de infraestrutura, as linhas de piezômetros foram desativadas. A empresa MGA que dava manutenção nos piezômetros (automáticos com monitoramento remoto *wireless*) foi chamada para fazer reparações, em 03/11/2015. Portanto, dois dias antes do desastre os equipamentos ainda não estavam em funcionamento.

A falta de inclinômetros foi outro problema identificado pelos auditores do MTPS/SEGUR (2016, p. 116) e, segundo eles, “apesar da tentativa de instalação de um inclinômetro no início da operação da barragem, tal equipamento jamais chegou a operar efetivamente e outros inclinômetros nunca chegaram a ser instalados”. Trata-se de um instrumento utilizado para monitorar periodicamente a estabilidade de maciços e possíveis deslocamentos nos taludes da barragem, os quais estavam previstos no Manual de Operações/2012 e também constavam no Programa de Gerenciamento de Riscos da Samarco.

Enfim, durante a fase de operação, a segurança da barragem dependia da instalação dos dispositivos (piezômetros, medidores de nível e inclinômetros), bem como de constante monitoramento, análise dos dados e medidas corretivas em tempo hábil para evitar o encadeamento de problemas e agravamento dos riscos. No entanto, os auditores do MTPS/SEGUR (2016) constataram os seguintes problemas no monitoramento da barragem:

- Vários equipamentos estavam inoperantes, outros sequer foram instalados, e aqueles existentes que estavam em funcionamento não eram devidamente monitorados. O setor de Geotécnica da Samarco informou que a algum tempo

havia perdido a leitura dos piezômetros instalados no Tapete drenante (cota El. 826) e a Samarco não possuía os dados de monitoramento semanal das dezenas de piezômetros e indicadores de nível de água;

- Não foi apresentado aos auditores os relatórios de percolação, movimentação e estabilidade das barragens;
- A revisão da Carta de Risco foi recomendada pelos laudos técnicos de segurança (2013, 2014 e 2015) para atualização dos dados e inclusão dos novos instrumentos. Porém, nunca chegou a ser feita;
- A falta critérios para correção de inconformidades pode ser constatada em diferentes ocasiões, desde a fase de construção quando o dreno de fundo estava em desacordo com o projeto; a galeria principal que foi danificada em razão de recalque na fundação por ter sido construída sobre solo mole e o mesmo problema repetido na galeria secundária; a morosidade para resolver o lago da grota da Vale S.A. que aportou quantidade de água extra na ombreira esquerda; o recuo do eixo que foi feito sem qualquer projeto ou cálculo de engenharia para garantir a segurança da nova geometria;

B – Os abalos sísmicos

Os tremores de terra, ocorridos na região de Fundão um pouco antes do desastre, suscitaram muitos debates sobre as causas do rompimento da barragem¹⁴⁰. O local foi atingido por abalos sísmicos naturais “com uma Magnitude de Momento, Mw, de até 2,5 e epicentros próximos à barragem” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 76). Os referidos autores analisaram o papel dos abalos sísmicos no rompimento da barragem e a conclusão do estudo pode ser apresentada no excerto a seguir¹⁴¹:

Os abalos eram de baixa magnitude e não seriam normalmente considerados como potencialmente danosos a uma barragem comum. A barragem de Fundão foi submetida a extrusão lateral nos depósitos ricos em lama abaixo da ombreira esquerda e o acúmulo de tensões associado a este mecanismo

¹⁴⁰ Os debates ocorreram durante 2016 até finalizarem as investigações e foi acompanhado pelos veículos de comunicação, por exemplo, a notícia de 19/02/2016 publicada pelo Jornal G1: “MP descarta abalos como causa de rompimento de barragem em Mariana”.

¹⁴¹ O detalhamento do referido estudo está disponível no Relatório sobre as Causas Imediatas da Ruptura da Barragem de Fundão (2016).

estava levando a barragem a uma condição de colapso e liquefação” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 76).

No entendimento dos autores, o colapso era iminente em razão da sobrecarga da barragem e os tremores aceleraram, provavelmente, o avançado processo de ruptura. Nesse sentido, eles afirmam que, “tendo em vista a iminência da barragem para entrar em colapso devido ao carregamento anterior imposto por atividades de construção, o processo de ruptura, que já estava bem avançado, provavelmente foi acelerado pelos tremores (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 81).

Os abalos sísmicos também instigaram debates no campo jurídico com enfoque nas causas naturais em vista de minimizar a responsabilização penal das empresas pelos danos e prejuízos¹⁴². Na perspectiva do MPF (2016a, p. 77), “desde a época do planejamento do empreendimento, as empresas e seus empregados denunciados já tinham conhecimento da existência de falhas geológicas na região”. Trata-se de um entendimento fundamentado na tese jurídica dos riscos assumidos pelo empreendedor. A afirmação é acompanhada de uma lista de documentos apresentados pelo SETEC, Laudo nº 994/2016, com vistas a demonstrar que os empreendedores tinham conhecimento prévio das falhas geológicas na região. A seguir, a lista dos documentos apresentados:

- a) relatório de levantamento geológico-geotécnico, realizado pela Pimenta de Ávila Consultoria, anterior à construção dos diques de partida do SRF;
- b) em 2010, a então auditora independente, Angela Küpper, alertou a empresa, por meio de relatório, da premente necessidade de realização de estudos de sismicidade na área;¹⁴³
- c) foi objeto da busca e apreensão nos arquivos da SAMARCO, uma planilha eletrônica intitulada “Estudo USP.xls”, de 17/10/2012, em que consta a localização de registros históricos de sismos na região, dentre os quais o registro de um tremor a cerca de 10 km de distância da barragem, de 3,4 m ocorrido no ano de 1989;
- d) em 2014, foi entregue à SAMARCO estudo realizado pela Terratek (2014), no qual ficou consignada probabilidade de ocorrência de um evento sísmico na região (MPF, 2016a, p. 77).

¹⁴² À época, a legislação brasileira ainda não era tão explícita quanto à reponsabilidade do empreendedor. Posteriormente, a Lei Federal 14.066/2020 dirimiu as dúvidas que poderiam dar margens para alegações, pois estabeleceu no Art.4º Inciso III “a responsabilidade legal do empreendedor pela segurança da barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento e, **independentemente da existência de culpa**, pela reparação desses danos” (grifos nossos).

¹⁴³ Documento citado pelo MPF (2016a, p. 77): “*Independent Review Report - SAMARCO- Germano Area - Dams and Tailings Facilities; AMEC Earth & Environmental, 2010: “A probabilistic analysis of the seismicity of the region developed by specialists with experience in the area is necessary to determine the appropriate seismic loading for each dam given its potential consequences of failure”.*

Essa perspectiva analítica enfatiza que o empreendedor assumiu os riscos desde a concepção e planejamento da barragem de Fundão, incluindo a sua localização e o potencial de danos. Para o MPF (2016a, p. 73), o empreendedor “optou por uma alternativa locacional capaz de incrementar, desnecessariamente, os riscos da produção de resultados lesivos para a integridade física da população localizada a jusante e para o equilíbrio ecológico da calha principal do rio Doce”. Agrega-se ainda que, na fase inicial do licenciamento ambiental pelos órgãos públicos responsáveis, a classificação da barragem, “Classe III”, significou enquadramento no mais alto nível de classificação de barragens, conforme a normativa vigente à época.

3.2.8 O colapso da barragem de Fundão: 05 de novembro de 2015

O desastre começou na tarde de quinta-feira enquanto os trabalhadores estavam sobre ou perto da barragem em seus afazeres rotineiros e posicionados em locais que possibilitavam uma visão do comprimento da crista da barragem, conforme identificado na Figura 39.

Figura 39 – Locais onde estavam as testemunhas oculares em 5/11/2015



Fonte : Morgenstern *et al.*, 2016, p. 19.

Essas testemunhas oculares contribuíram para elucidar alguns detalhes do início do rompimento. Segundo Morgenstern *et al.* (2016, p. 19-20), a primeira coisa notada por aqueles que ocupavam a posição 4 e 6 foi “uma nuvem de poeira subindo

no lado esquerdo”. O trabalhador na posição 4 observou “ondas se formando na porção central do reservatório”, “trincas” no lado esquerdo, e “blocos de areia” em movimento no recuo da ombreira esquerda. O trabalhador na posição 5 viu uma “trinca” que se abriu na crista do recuo da ombreira esquerda e se propagou em ambos os sentidos. Testemunhas na posição 9, no pé da barragem, viram a “avalanche” de lama caindo em cascata a partir da ombreira esquerda, sem nenhuma movimentação do dique de partida. Tais testemunhas não viram quando e nem onde começou a ruptura, porém, as observações permitiram estabelecer que ela se originou no recuo da ombreira esquerda e que o dique de partida não participou do mecanismo de ruptura.

As testemunhas 1 e 2 estavam mais próximas e viram “um jato súbito de água suja” que “explodiu” para fora do dreno da ombreira esquerda, por volta das 15h45, e também viram as “rachaduras” e a primeira movimentação do rejeito. A testemunha 1 estava em pé no platô e sentiu que “a terra começou a se mover sob ele e a rachar em torno dele” soltando pedaços do talude do recuo, que se movimentou de baixo para cima e não a partir da crista para baixo, o que também foi testemunhado por quem estava nas posições 2, 3 e 5. Um trabalhador na posição 3 observou que, na bancada da elevação 875 m, um pequeno trator foi empurrado para fora e isso indicou a elevação em que originou a ruptura. Inicialmente, o talude se moveu lentamente para frente “como uma cobra”, intacto e movendo como um todo, então ele inchou e desceu “como uma onda”, se distorcendo como se “estivesse derretendo” e “dando cambalhotas” para a jusante à medida que ganhava velocidade.

Na análise de Morgenstern *et al.* (2016, p. 20), os relatos das testemunhas foram considerados de forma conjunta e sintetizados numa sequência que retrata o início da ruptura conforme demonstrada na Figura 40.

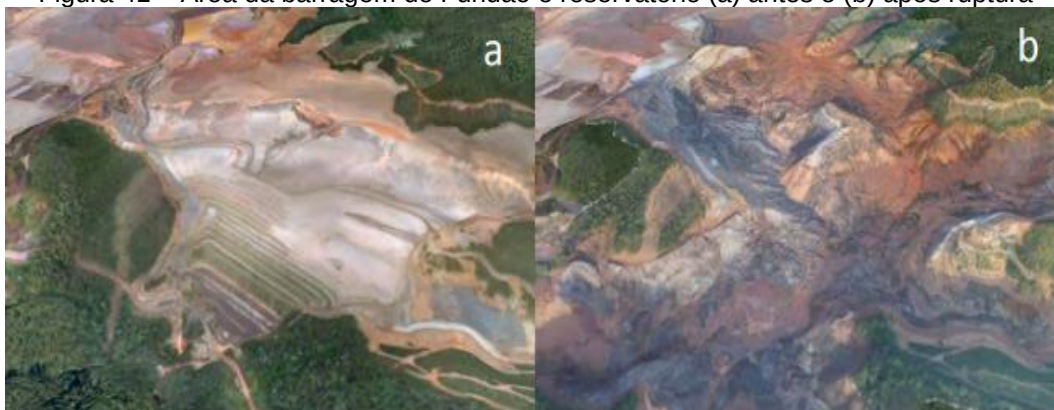
Figura 40 – Sequência do início da ruptura da barragem em 5/11/2015



Fonte : Morgenstern *et al*, 2016, p. 20.

Os autores informaram ainda que uma correia transportadora, localizada no leito do Ribeirão Fundão, parou de funcionar às 15h49, ou seja, apenas quatro minutos após a ruptura ter sido reportada à empresa, às 15h45. A correia estava cerca de 1.300 m a jusante da crista do recuo. Os dados de tempo e distância permitiram determinar que o deslizamento do fluido se movia a 11m/s no momento que chegou à correia. A barragem se desfez em questão de horas. Segundo Morgenstern *et al.* (2016, p. 20), “calcula-se que 32 milhões de m³ de rejeitos foram perdidos, o que representa 61% do material contido no barramento – uma proporção anormalmente elevada em relação às estatísticas de rupturas de barragens de rejeitos”. A Figura 41 mostra o contraste da área da barragem de Fundão e reservatório apresentando (a) antes e (b) após a ruptura.

Figura 41 – Área da barragem de Fundão e reservatório (a) antes e (b) após ruptura



Fonte: Morgenstern *et al.*, 2016, p. 21.

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão foi por deslizamento fluido por liquefação¹⁴⁴. Como visto anteriormente, os problemas de saturação da barragem se manifestaram desde o início das operações e as ações implementadas pela Samarco, ao longo da vida útil da barragem, agravaram os riscos existentes e criaram novas situações arriscadas até culminar no colapso. Para Morgenstern *et al.* (2016, p. 24), a barragem de Fundão era “extraordinariamente complexa” devido à “evolução das características de projeto e funcionamento” e isso se refletiu “no grande número de potenciais modos de falha”. Eles concluíram que a ruptura foi graças à liquefação dos rejeitos, ou seja, a massa de material perdeu resistência e fluíu como um líquido. Nos termos dos autores, “essa transformação de sólido para líquido foi completa e abrupta, formando em segundos um fluido com viscosidade aparente e comportamento hidráulico muito semelhante ao da água” (Morgenstern *et al.*, (2016, p. 1).

Ademais, os autores analisaram por que ocorreu o deslizamento fluido naquele local. O aumento da carga estática desencadeou a liquefação com seus dois processos subordinados: “cisalhamento não drenado” e “extrusão relacionada com deformação” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 26). Após vários estudos, concluíram que os eventos e condições antecedentes que permitiram ou causaram liquefação estática na ombreira esquerda foram os seguintes: “saturação da areia”; “invasão da água que permitiu que a lama se depositasse na praia de rejeitos”; “recuo do alinhamento”; e “aumento da altura do recuo, resultante do alteamento contínuo da barragem” (Idem).

Após o rompimento, um mar de lama de rejeitos de mineração se espalhou abundantemente nos primeiros 120 quilômetros percorridos, entre o local do desastre e a Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, cujo reservatório reteve aproximadamente nove milhões de metros cúbicos da lama de rejeitos despejada no meio ambiente (ANA,

¹⁴⁴ Morgenstern *et al.* (2016, p. 21) analisaram o deslizamento fluido por liquefação que ocorreu na ombreira esquerda e não em outro local. A ruptura começou onde a barragem havia sido recuada em relação ao seu alinhamento antigo. Além disso, os requisitos para a liquefação foram considerados, dentre os quais, a saturação e as propriedades dos materiais envolvidos, nesse caso, rejeitos arenosos. Para os autores, “o cisalhamento de um solo saturado e contrátil, lento o bastante para que a poropressão se dissipe tão rapidamente quanto é gerada, produz uma condição drenada. A poropressão não se desenvolve e o solo retém sua resistência. Por outro lado, se ocorrer cisalhamento muito rapidamente para que a poropressão se dissipe, ocorre o cisalhamento não drenado. No caso de Fundão, a ruptura aconteceu em questão de minutos e, claramente, sob condições não drenadas. Mas, por outro lado, a resistência não drenada de areias contráteis diminui notadamente sob as largas deformações impostas durante o deslizamento fluido. É essa característica que confere aos deslizamentos fluidos por liquefação sua velocidade e mobilidade” (Morgenstern *et al.*, 2016, p. 28).

2015, p. 26). Durante dezesseis dias, os rejeitos de mineração percorreram mais de 600 km até chegar ao litoral do estado do Espírito Santo, em 21 de novembro de 2015, onde a lama se espalhou naturalmente por toda a costa capixaba alcançando o Sul da Bahia e o Norte do Rio de Janeiro.

A retenção de rejeitos ao longo do trajeto, inclusive pela hidrelétrica, diminuiu o impacto inicial nas regiões a jusante da barragem, sobretudo na área capixaba atingida. Porém, os rejeitos retidos não ficam solidificados no local, pois as fortes chuvas e correntezas revolvem a lama assentada que continua descendo em grande volume afetando novamente os corpos hídricos e ampliando a área de abrangência dos impactos nas regiões estuarinas, costeiras e marinha. Portanto, não bastassem os danos causados em 2015, o desastre se repete continuamente devido à grande quantidade de rejeitos retidos no curso dos rios que são revolidos pelas chuvas e correntezas. Enfim, “os prejuízos que se viram às primeiras horas e que aumentaram com o passar do tempo, projetam-se mesmo hoje como um devir que não tem tempo certo para findar. Danos contínuos e, em sua maioria, perenes” (MPF, 2018, p. 01).

Diante das ações que resultaram no maior desastre da mineração, novamente emerge a questão inicial que visa iluminar o problema principal em foco. Por que a Samarco, responsável pela gestão da barragem de Fundão, decidiu sobrecarregá-la com a deposição acelerada de rejeitos ultrapassando os padrões técnicos de segurança e violando leis e normas vigentes, agravando, assim, o risco de rompimento da barragem?

As ações da empresa na gestão desastrosa da barragem de Fundão podem ser elucidadas à luz da estratégia de expansão acelerada da produção. Como visto no item 3.1.2, a barragem foi construída para dar suporte ao aumento de produção da empresa. Em 2008, a capacidade de produção expandiu em 54% e, apenas seis anos mais tarde, em abril de 2014, aumentou em mais 37% após a inauguração da quarta usina de pelotização. Dado o aumento acelerado da produção, em dezembro de 2014, a empresa alcançou o maior desempenho comercial da sua história com a venda de 25,1 milhões de toneladas para 36 clientes em 19 países. O lucro líquido foi de R\$ 2.805,5 bilhões, saldo que se destacou no setor mineral em razão da retração do preço do minério de ferro que recuou 47% entre janeiro e dezembro de 2014. Apesar do cenário adverso e das condições arriscadas da barragem de Fundão, a expectativa

para 2015 era produzir 30,5 milhões de toneladas. Por isso, a decisão estratégica foi intensificar ainda mais o ritmo da produção.

3.3 MAGNITUDE DOS DANOS CAUSADOS

Conforme visto no item anterior, o rompimento da barragem de Fundão ocasionou o extravasamento imediato e o galgamento dos rejeitos de mineração sobre o meio ambiente a jusante da barragem. Isso causou uma grande onda ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce que incorporou ainda mais volume de água à lama de rejeitos, em uma rota de destruição no trajeto percorrido até desaguar no Oceano Atlântico e se espalhar por uma faixa litorânea de cerca de mil quilômetros, abrangendo a costa do estado do Espírito Santo, o Sul da Bahia e o Norte do Rio de Janeiro.

É importante reafirmar que o poder público é detentor da obrigação de investigar e estabelecer o nexo causal entre os danos e as sucessivas falhas de gestão da operação e manutenção da barragem de Fundão, bem como as decisões tomadas pelas empresas Samarco e controladora Vale S.A. e a anglo-australiana BHP Billiton. Isso tem sido feito por investigações que resultaram em várias ações judiciais impetradas pelas vítimas contra as empresas.

Neste tópico, estão sendo consideradas apenas as informações disponíveis nas denúncias oferecidas pelo Ministério Público Federal em 2016¹⁴⁵. A adoção desse critério deve-se ao grande volume de documentos identificados na pesquisa exploratória, que são estudos produzidos ao longo de oito anos e cuja triangulação de fontes múltiplas de dados demandaria uma pesquisa específica. Trata-se de relatórios técnicos governamentais, laudos, perícias e pareceres técnicos, pesquisas acadêmicas, relatórios extraoficiais, relatórios das empresas responsáveis pelo

¹⁴⁵ Os dados e informações aqui utilizados encontram-se em dois documentos do Ministério Público Federal. A Ação Civil Pública será referenciada como (MPF, 2016b) e a Ação Penal (MPF, 2016a). Informação disponível na ACP nº 23863-07.2016.4.01.3800. Ação Civil Pública [...] op. Cit., p.15.

desastre, relatórios de organizações sociais e de consultorias técnicas¹⁴⁶.

Com efeito, as informações, dados e relacionamento das categorias de análise propostas nesta pesquisa, terão na Ação Civil Pública (2016b)¹⁴⁷ o elemento dos danos ocasionados pelo rompimento da barragem de Fundão, danos socioambientais, socioeconômicos, e o nexo de responsabilização tratado pelo Ministério Público Federal na Denúncia Criminal (2016a), qualificando suas circunstâncias e efeito lesivo que abrangem os crimes de poluição ambiental contra a fauna, contra a flora, contra o patrimônio cultural, contra a administração ambiental, omissão e ocultação de informações, fraude empresarial, inundação, crimes contra a vida, homicídio, colocação em estado de perigo à população e comunidades. Ou seja, as bases das conexões sobre responsabilização legal, dever de reparação público e privado no âmbito da esfera judicial, debruçado sobre a legislação pátria, no tocante aos imensos impactos ocasionados pelo rompimento da barragem.

Não obstante à profundidade e rigor do poder público na busca, ainda em curso, pela responsabilização das empresas e pela reparação da sociedade e comunidades afetadas, de forma imediata e futura, sem que haja prejuízo de outras medidas cabíveis para corrigir os danos causados pelo maior crime ambiental do Brasil, esses danos causados pelo desastre da Samarco ainda não são conhecidos na totalidade de sua extensão e consequências sobre a sociedade.

3.3.1 Aspectos gerais dos danos

A análise desse contexto pós-desastre tem demandado um grande esforço e perícia multi e transdisciplinar para mensuração mais correta dos impactos provocados pelo rompimento da barragem de Fundão (MPF, 2016b). A compreensão do MPF (2016b) na Ação Civil Pública relaciona a natureza dos impactos e dos danos a partir de três aspectos (sociais, econômicos e ambientais), considerando os efeitos

¹⁴⁶ A sistematização de dados documentais sobre o caso Samarco, feita por Daniela Arantes Prata (2019, p.293-340), relacionou a documentação disponível, apresentando os principais danos, as principais formas de judicialização do conflito e as principais medidas reparatorias implementadas.

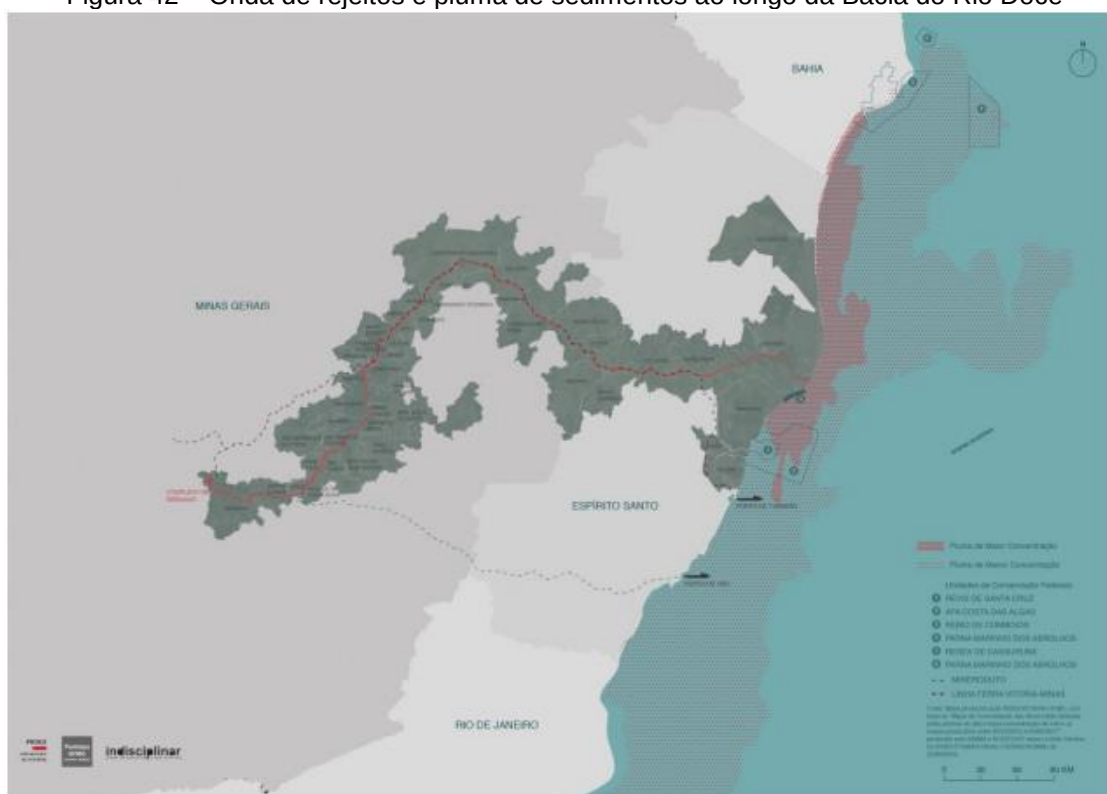
¹⁴⁷ Informação disponível na ACP (MPF, 2016b, p. 15-94) e na Denúncia do MPF (MPF, 2016a, p.12-56).

sobre as pessoas, comunidades, bens e/ou sistemas, que ainda se mantêm de maneira reiterada e com prejuízos acumulados com o passar do tempo. O Ministério Público Federal (2016b) em sua petição inicial demonstrou, de forma cristalina, as proporções e danos expressivos, bem como os múltiplos impactos causados aos atingidos, tendo por finalidade a reparação dos danos morais e patrimoniais a interesses difusos e coletivos. Os danos foram classificados em três categorias: danos ambientais; danos econômicos (ou materiais); e danos sociais (ou humanos).

Outro aspecto importante é a área de abrangência dos impactos. O MPF (2016b) observou os impactos em duas escalas. A microrregional abrange os municípios e seus distritos imediatamente afetados e a macrorregional abrange os vários municípios afetados¹⁴⁸. A seguir, a Figura 42 ilustra a extensão da área afetada pela inundação dos rejeitos de lama que percorreram todo trajeto pelas calhas dos rios, levando os sedimentos até a costa do litoral, atingindo regiões estuarinas, costeiras e marinha, com impactos em 44 municípios.

¹⁴⁸ Importante destacar o relato tratado na Denúncia Criminal oferecido pelo MPF (2016a, p.14), “na tarde do dia 21/11/2015, a pluma de rejeitos atingiu a foz do rio Doce, no Município de Linhares e, após impactar diretamente os Municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Sem-Peixe, Rio Casca, São Pedro dos Ferros, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, Raul Soares, Dionísio, Córrego Novo, Pingo d'Água, Marliéria, Bom Jesus do Galho, Timóteo, Caratinga, Ipatinga, Santana do Paraíso, Ipaba, Belo Oriente, Bugre, Iapu, Naque, Periquito, Sobrália, Fernandes Tourinho, Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galileia, Conselheiro Pena, Resplendor, Itueta, Aimorés, Baixo Guandu, Colatina, Marilândia, Linhares, avançou sobre o oceano principalmente na direção Norte. Nos dias e semanas subsequentes, a pluma prosseguiu dispersando sobre o ambiente marinho, em distâncias e direções variadas, influenciada pelas marés, ventos e correntes marítimas”. Inicialmente, eram trinta e nove municípios sendo apenas quatro capixabas: Baixo Guandu, Colatina, Marilândia e Linhares. Em 24 de abril de 2024, o Tribunal Regional Federal da 6ª Região (TRF6) decidiu pela inclusão de outros cinco municípios do estado do Espírito Santo afetados pelo desastre: Aracruz, Conceição da Barra, São Mateus e Serra (MPF, 2024, s/p). Assim, totalizaram 44 municípios atingidos.

Figura 42 – Onda de rejeitos e pluma de sedimentos ao longo da Bacia do Rio Doce



Fonte: Rojas, 2020, p. 65.

Quanto ao aspecto jurídico, cabe destacar a distinção entre os danos que são relacionados aos prejuízos causados pelo desastre e a natureza dos fatos no que concerne ao crime. Essa distinção é importante porque nem todo dano causado está tipificado como crime na legislação brasileira vigente. O Ministério Público Federal, no cumprimento da sua atribuição de defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis (CF/88, Art.127), impetrou a Ação Civil Pública (2016b) e a Denúncia Criminal (2016a). Trata-se de dois instrumentos jurídicos com finalidades distintas, porém, têm em comum as violações tipificadas criminalmente.

Em síntese, o Quadro 13 apresenta uma classificação dos impactos do rompimento da barragem de Fundão, fazendo a distinção e a correlação entre natureza criminal dos impactos e os danos causados.

Quadro 13 – Classificação de Impactos e de Danos causados pelo desastre SAMARCO

Classificação dos impactos do rompimento da barragem de Fundão		
Natureza	Escala	Danos
Ambientais	microrregional e/ou macrorregional	Socioambientais
sociais (humanos)		Socioeconômicos
econômicos (materiais)		• economia regional • infraestrutura públicas e privadas • humanos

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados da Ação Civil Pública¹⁴⁹, MPF (2016b)

Conforme dito anteriormente, os danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão, aqui apresentados, encontram-se circunscritos às análises e resultados materiais apurados pelo Ministério Público Federal na Ação Civil Pública e Denúncia Criminal da Ação Penal. Cabe lembrar que, no campo jurídico das violações de direitos ocasionados pelo rompimento da barragem, os impactos sobre a coletividade afetada não se restringem apenas aos elementos das petições iniciais propostas pelo MPF em 2016. Isso porque, à luz do direito brasileiro, outros danos ocorridos em consequência do desastre poderão ser evocados para garantir a proteção integral do direito afetado e sua necessidade de reparação. É ainda incalculável o conjunto de fatos, circunstâncias e danos concernentes aos diferentes aspectos ambientais, sociais, econômicos e físicos, em suas dimensões histórico-cultural, material e imaterial, permeando toda região afetada.

A atuação do MPF visa à proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado, direito fundamental previsto na CF/88, art. 225, como também à proteção dos demais direitos fundamentais relativamente às pessoas colocadas como vítimas diretas do rompimento da barragem de Fundão.

As violações conectadas às tipificações e condutas lesivas, no âmbito das legislações penal e civil brasileira, bem como as condutas indesejadas e omissões das empresas e dos agentes, que deram origem aos danos demonstrados e materializados ao longo dos processos de investigação quanto aos impactos sofridos pelo derramamento de rejeitos da barragem sobre às comunidades, causando destruição parcial e total de patrimônios e bens, infraestrutura, alagamento e implicando condições de riscos imediatos à vida e à saúde, deverão ter responsabilizações nas esferas civil e criminal fazendo emergir necessariamente o

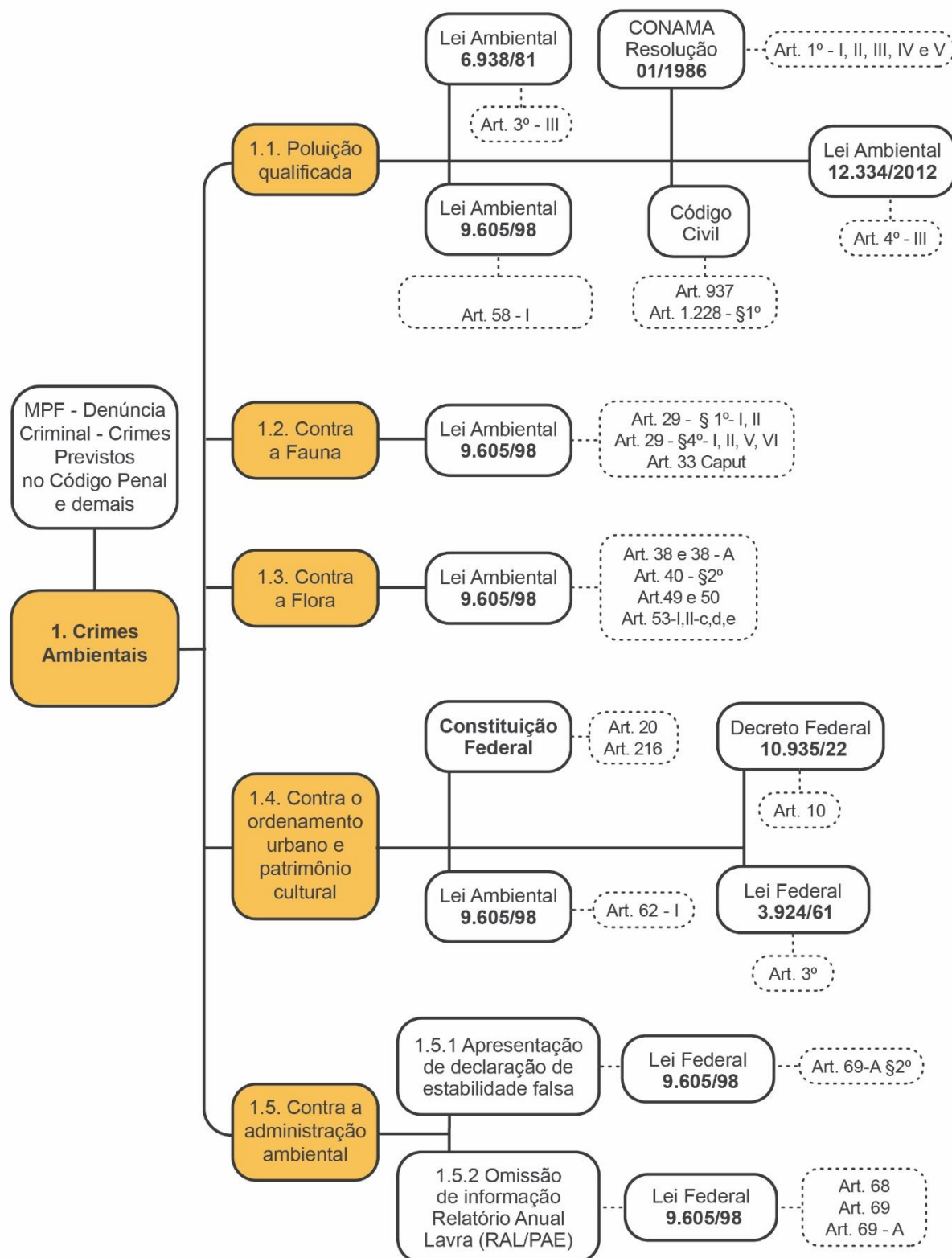
¹⁴⁹ Informação disponível pelo MPF (MPF, 2016b p. 15-94).

dever de reparar.

3.3.2 Natureza ambiental – Dano ambiental e impactos socioambientais

O conhecimento técnico que se detém sobre os danos alcançados pela barragem de Fundão, encontram-se circunscritos às análises e resultados dos impactos materiais causados pelo rejeito e lama nos autos das ações promovidas pelo MPF na Ação Civil Pública e Denúncia Criminal da Ação Penal demonstrado na Figura 43, a seguir.

Figura 43 – Estrutura analítica da Denúncia Criminal do MPF – Tipificação detalhada dos crimes Ambientais e impactos socioambientais¹⁵⁰



Fonte: Elaborada pela autora 2023.

¹⁵⁰ Ver em MPF (MPF, 2016a, p. 15-40).

Na qualidade de proprietários, VALE, BHP e SAMARCO eram os detentores da responsabilidade sobre a barragem de Fundão (MPF, 2016a, p. 199-200), não apenas pela segurança sobre seu funcionamento, operação e controle, mas também por garantir todos os aspectos de proteção integral à saúde, meio ambiente e zelo técnico para suportar o correto e seguro funcionamento da barragem.

Ao longo da investigação conduzida pelo MPF ficou demonstrado que o dever de cuidado dos responsáveis foi prejudicado em razão das omissões e falseamento dos controles executados pelos técnicos responsáveis (MPF, 2016a, p. 29-41), denotando que a omissão empresarial teve como motivo incremento da produção, dos lucros e dividendos (MPF, 2016a, p. 118).

Em que pese o relato da denúncia, para exemplificar, a materialidade das ações imputadas pelo MPF, no que se refere aos crimes de natureza ambientais, qualificados aqui como crimes de poluição¹⁵¹, demonstram bem as proporções dos eventos e seus efeitos com impactos às populações e comunidades. Relacionando o lançamento de resíduos sólidos e líquidos da barragem, após o seu rompimento, tratou-se de uma mistura de lama¹⁵², minério e rejeitos, que efetivamente causou poluição nos amplos aspectos da proteção legal da Lei Federal nº 6938/81, em seu artigo 3º, danos que afetaram a saúde humana, ocasionando a mortandade de animais e destruição da flora ao longo da Bacia do Rio Doce.

O volume de resíduos despejados¹⁵³, sua natureza de armazenamento e as diversas exigências obrigatórias da empresa em manter, operar, controlar, coordenar e agir, no que concerne à proteção legal ambiental, foram vilipendiados,

¹⁵¹ Conforme o MPF (MPF, 2016a, p. 15).

¹⁵² Os registros que se passam a fazer evidenciam que a lama oriunda do rompimento de Fundão causou poluição em níveis tais que resultaram danos à saúde humana, mortandade de animais e destruição significativa da flora. Além disso, a referida poluição, decorrente do lançamento de resíduos sólidos e líquidos, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos, tornou áreas, urbanas e rurais, impróprias para a ocupação humana, causou poluição hídrica que gerou a necessária interrupção do abastecimento público de água de comunidades, dificultando e impedindo o uso público das praias, configurando crime de poluição na sua forma qualificada, prevista no artigo 54, §2º, I, III, IV e V da Lei nº 9.605/98 (MPF, 2016a, p. 16)

¹⁵³ “O carreamento dos rejeitos, oriundos da barragem de Fundão, elevou significativamente os valores de turbidez dos cursos hídricos afetados pela passagem da pluma de sedimentos, levando à ultrapassagem dos limites de 100 NTU estabelecidos para corpos hídricos da Classe 2, conforme Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 2008, e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, com alterações posteriores). Os valores de oxigênio dissolvido também se alteraram para abaixo de 5 ml/L de Oxigênio dissolvido estabelecidos nessas normas (Laudo nº 248 e nº 318). [...] O Laudo nº 318/2016 retrata o cenário de poluição hídrica em diversos pontos afetados”, conforme MPF (MPF, 2016a, 2016, p. 16).

assim que os danos causados pela poluição, segundo Prata (2019, p. 46-49), impactassem o abastecimento público de água das comunidades, rurais e urbanas, modificando sensivelmente os hábitos das comunidades e vizinhança de toda uma área afetada. Pode-se também destacar, aos danos socioambientais, a destruição do ambiente e do ecossistema ao longo de toda extensão do rio¹⁵⁴, patrimonial e histórico-cultural.

Como demonstrado nas Figuras 44, 45 e 47 abaixo, constantes na ACP do MPF (2016b, p. 54), os locais mais próximos à barragem, visivelmente, sofreram de imediato grandes impactos ou ainda sofreram com a destruição total de seu patrimônio, como é o caso do subdistrito de Bento Rodrigues e o Córrego de Santarém e Rio Gualaxo do Norte.

Figura 44 – Córrego Santarém após ruptura barragem¹⁵⁵



Fonte: MPF, 2016b, p. 54.

¹⁵⁴ “Conforme o MPF (MPF, 2016a, p. 17) “Da mesma forma, resultados das análises qualitativas das águas colhidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA/ES (Doc. 01), nos Municípios de Baixo Guandu, Colatina e Linhares, nos meses de novembro e dezembro de 2015 e janeiro de 2016, antes e após a passagem da lama no Estado do Espírito Santo, apontam o aumento nas concentrações de metais na água (alumínio, arsênio, chumbo, manganês, fósforo, níquel, etc.), em desconformidade com os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA. Apurou-se que a elevação significativa das concentrações de metais na zona de amortecimento da REBIO Comboios, na APA Costa das Algas e no RVS de Santa Cruz provocou estresse oxidativo em animais aquáticos, provocando o perecimento de organismos planctônicos”.

¹⁵⁵ Conforme detalhado na ação do MPF (MPF, 2016b, p. 54).

Figura 45 – Rio Gualaxo do Norte e Subdistrito Bento Rodrigues



Fonte: MPF, 2016b, p. 54.

Figura 46 – Subdistrito de Bento Rodrigues



Fonte: <https://www.ibraop.org.br/sinaop18/P2ApresentaCasoSamarcoSidneyThalles.pdf>

É nítida a responsabilidade dos agentes quanto ao dano de natureza ambiental, observando a pluma de rejeitos na chegada da foz do Rio Doce que atingiu a região marinha frontal litoral dos Municípios de Linhares e Aracruz e se estendeu por tantas outras regiões a centenas de quilômetros no mar, demonstrado na Figura 47, conforme o MPF (2016b, p. 24-25).

Figura 47 – Recursos hídricos afetados – Rio Doce e afluentes



Fonte: MPF, 2016b, p. 24. Presença de rejeitos e lama decorrente rompimento da barragem nas praias à foz do Rio Doce, como Regência e Povoação, Comboios, Degredo, Pontal do Ipiranga e Barra.

Os danos socioambientais e impactos sobre a esfera patrimonial natural e hídricos podem ser observados abaixo. No que se refere à amplitude do dano à flora e na região imediata ao rompimento da barragem, as imagens capturadas por satélites, constantes no relatório do MPF (2016b, p. 38), trazem clareza imediata quanto à dimensão desses danos ambientais, conforme as Figuras 48 e 49 a seguir.

Figura 48 – Danos socioambientais – Flora – Foto satélite **antes** do rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues



Fonte: MPF, 2016b, p. 38.

Figura 49 – Danos socioambientais – Flora – Foto satélite **após** o rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues

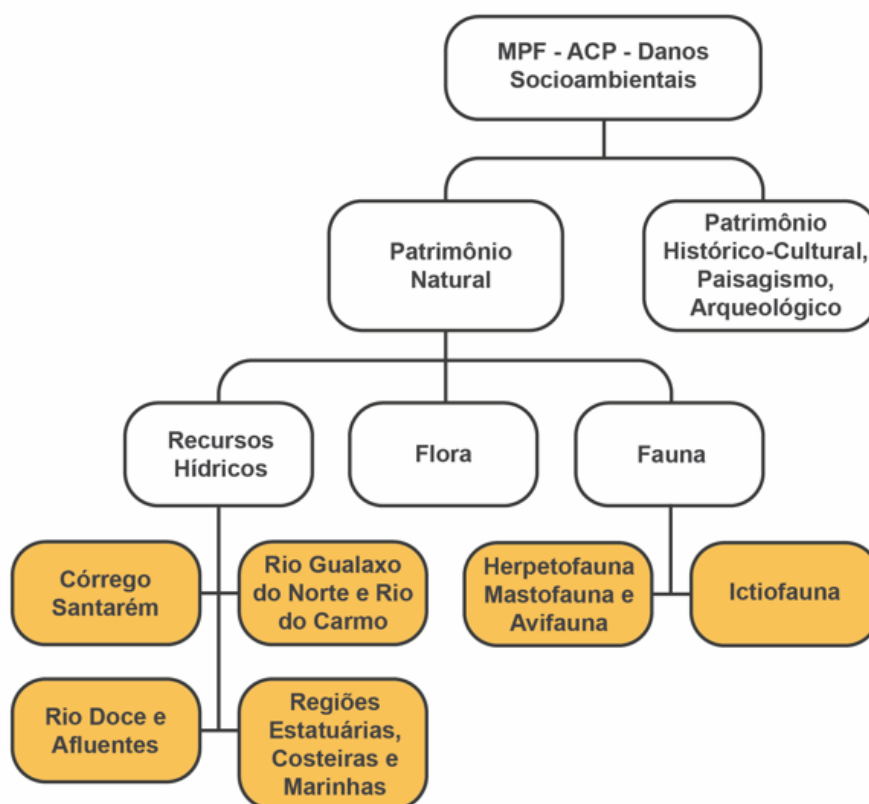


Fonte: MPF, 2016b, p. 38.

Com os exemplos acima apresentados, a estrutura analítica proposta e elaborada para efeitos de estudo da responsabilização, enquadramento dos danos e impactos decorrentes do rompimento da barragem, tem como base a peça da Ação Civil Pública do MPF (2016b, p. 15-54), no âmbito da natureza ambiental, expressos no Quadro 14, bem como os crimes atinentes à Denúncia Criminal do MPF (2016a),

e os impactos e danos socioambientais e suas qualificadoras, demonstrando as ações urgentes de reparação pretendidas pelo Estado frente às empresas responsáveis.

Figura 50 – Estrutura analítica dos impactos formulado na Ação Civil Pública, destaque ao Danos Socioambientais – pedido de reparação



Fonte: Elaborada pela autora com base na estrutura analítica dos impactos formulado na Ação Civil Pública, MPF (MPF, 2016b, p. 15-54) – destaque aos Danos Socioambientais – pedido de reparação.

Quadro 14 – Quadro analítico de classificação das Subcategorias de Danos socioambientais

Danos Ambientais		
Subcategorias	Identificação	Localização
Qualidade e disponibilidade da água	Assoreamento	Córrego de Santarém
		Rio Gualaxo do Norte
		Rio Carmo
		Rio Doce
		Nascentes e afluentes Rio Doce
		Regiões estuarinas, costeiras e marinha
		Degradação margens
Qualidade e disponibilidade do solo	Deposição sedimentar	Do Córrego de Santarém e Rios Gualaxo do Norte, Carmo e do Rio Doce e seu percurso
	Alteração Feições pedogeomorfológicas	
	Presença metais pesados	
	Queda qualidade solo	
	Compactação material depositado	
	Degradação e erosão solo	
Biodiversidade	Impactos flora	Ao longo da bacia do Rio Doce
	Modificação paisagem	
	Afetação cobertura vegetal	
	Unidades de conservação	
	Remanescentes florestais e entorno	
	Destruição vegetação ripária e aquática	
	Impactos fauna	
	Mortandade biodiversidade aquática e fauna terrestre	
	Conservação de espécies ameaçadas extinção e ingresso de novas	
	Dificuldades acesso ao curso d'água para dessedentação	
	Contaminação espécies silvestres com metais pesados	
	Fragmentação e destruição habitats	
	Contaminação água com lama de rejeitos	

	Assoreamento do leito dos rios	
	Soterramento das lagoas e nascentes adjacentes	
	Destruição áreas reprodução de peixes	
	Destruição áreas “berçários” reposição da ictiofauna	

Fonte: Elaborada pela autora dados da Ação Civil Pública¹⁵⁶ proposto pelo MPF, 2016b, p. 15-94 (Prata, 2019, p. 46-49).

¹⁵⁶ Conforme apresentado pelo MPF (MPF, 2016b, p. 15-94). Destaca-se em relação à biodiversidade que “a contaminação das águas da foz do Rio Doce e do oceano nas suas adjacências pela pluma de rejeitos provocou a interdição das praias de Regência, Povoação e Comboios, em cumprimento à Resolução CONAMA nº 274, de 29/11/2000, conforme Boletim de Condições das Praias e Balneários, divulgado pelo Grupo de Governança para a Crise Ambiental no rio Doce e certificado no Laudo nº 248/2016 – SETEC/SR/DPF/BA (fls. 2.428/2.461 do IPL nº 1843/2016)”, conforme o MPF (2016a, p. 21).

3.3.3 Natureza econômica – dano social, impactos socioeconômicos e humanos

Os impactos de natureza econômica levam em consideração as escalas dimensionadas e classificadas no âmbito de danos socioeconômicos e sua amplitude, em microrregiões e macrorregiões, perfazendo prejuízos incalculáveis, afetando infraestruturas, pontes, comércio, serviços e alcançando diversos territórios de povos e comunidades tradicionais (MPF, 2016b, p. 70).

Desde Mariana/MG até o município de Linhares no Estado do Espírito Santo, no total, nada menos do que 45 municípios foram atingidos por toda essa inundação¹⁵⁷, destruindo tudo ao seu entorno pelas forças das águas, lama e rejeitos, impondo-se por onde passava, às vezes com destruição completa de patrimônio público e privado, colocando em risco vidas humanas e deixando em condições precárias e em perigo comunidades inteiras, municípios e bairros, além de ter ocasionado a morte de 19 pessoas, conforme relatório da investigação (MPF, 2016a, p. 48).

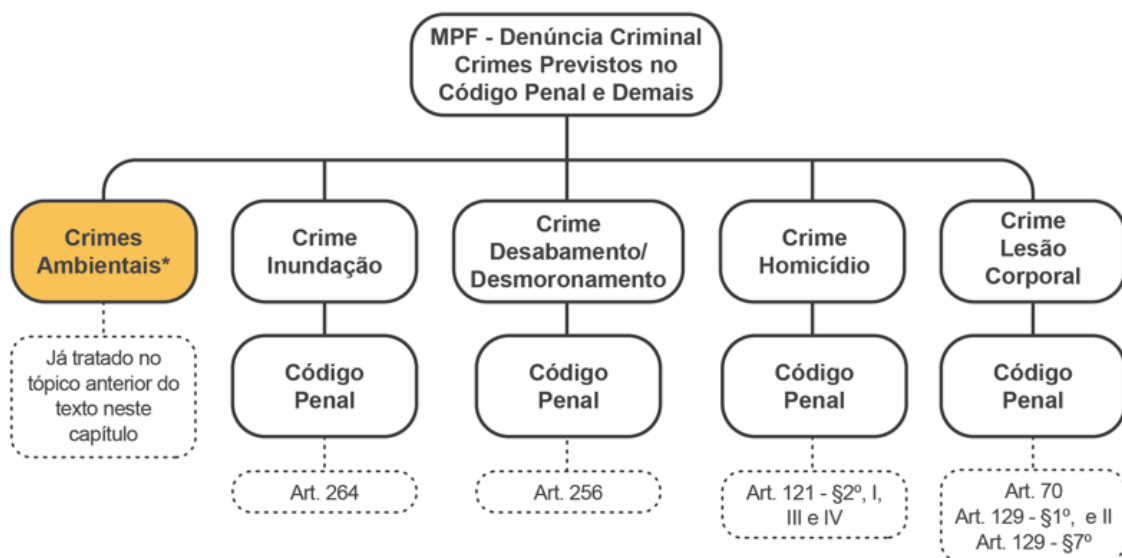
Na elaboração dos pedidos de reparação promovidos pelo MPF na Ação Civil Pública (MPF, 2016b, p. 55-62), no que tange à natureza econômica de seus impactos e danos socioeconômicos, como destaca Prata (2019, p. 49-53), eles se relacionam em três diferentes perspectivas: a) danos na economia regional (agricultura, pecuária, comércio, serviços e pesca); b) danos às infraestruturas públicas e privadas; e c) danos humanos, inseridos nas escalas regionais propostas. A análise dos danos humanos será retratada nesse mesmo contexto.

Neste tópico, as responsabilizações criminais das condutas, conforme a Ação Penal do Ministério Público Federal (2016b), passam a compor uma parte importante da análise no esforço de concatenar os danos ocorridos pelo rompimento da barragem, trazendo, à luz da legislação brasileira, os pressupostos de reparação que a sociedade espera como resposta efetiva na dimensão correta que o rompimento da

¹⁵⁷ Importante destaque na ACP onde o MPF (MPF, 2016b, p.65-66) “registra-se primeiramente que a macrorregião de impactos ambientais é composta pelos seguintes municípios do Estado de Minas Gerais: Aimorés, Alpercata, Belo Oriente, Bom Jesus do Galho, Bugre, Caratinga, Conselheiro Pena, Córrego Novo, Dionísio, Fernandes Tourinho, Galiléia, Governador Valadares, Iapu, Ipaba, Ipatinga, Itueta, Marliéria, Naque, Periquito, Pingo-d’Água, Raul Soares, Resplendor, Rio Casca, Santana do Paraíso, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, São Pedro dos Ferros, Sem-Peixe, Sobrália, Timóteo e Tumiritinga. Ainda integram a macrorregião os seguintes municípios do Estado do Espírito Santo: Baixo Guandu, Colatina, Marilândia e Linhares”.

barragem proporcionou e tem proporcionado, conforme apresentado na Figura 51, a seguir.

Figura 51 – Estrutura analítica da Denúncia Criminal do MPF – Tipificação dos crimes sociais e impactos socioeconômicos¹⁵⁸



Fonte:

Elaborada pela autora 2023.

O Quadro 15 e a Figura 52, a seguir, buscam correlacionar e encadear o círculo da responsabilização e crimes cometidos em que seguem as análises.

¹⁵⁸Ver em MPF (MPF, 2016a, p. 41-56).

Quadro 15 – Quadro analítico de classificação das Categorias de Danos socioeconômicos

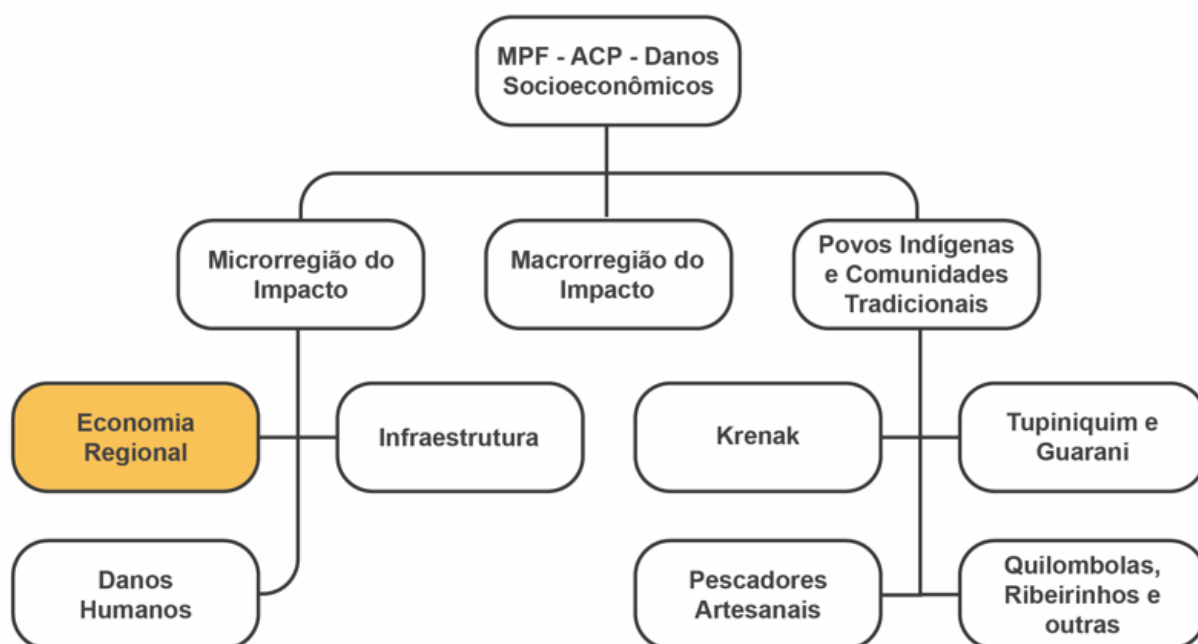
Danos econômicos				
Categorias	Escala	Classificação	Área afetadas	Localização
Infraestrutura	microrregional	Destruição infraestrutura		
		Públicas (rurais ou urbanas)	Quedas de pontes, excesso lama nas estradas, impacto nas unidades habitacionais, saúde e educação	Marina/MG, Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Barra Longa
		Privadas (rurais ou urbanas)	Destruição/comprometimento infraestrutura currais, galinheiros, pequenas pocilgas, cercas, paiol, residências e depósitos	
	macrorregional	Destruição infraestrutura		
		Públicas (rurais ou urbanas)	Captação e distribuição de água potável	Do Córrego de Santarém e Rios Gualaxo do Norte, Carmo e do Rio Doce e seu percurso
			Interrupção serviços de tratamento e abastecimento de água	
			Danos a ruas e ao transporte hidroviário	
			Interferência serviços energia elétrica	
		Públicas (rurais ou urbanas)	Patrimônio histórico-cultural	Capela de São Bento (Bento Rodrigues), Capela de Santo Antônio (Paracatu de Baixo), Capela da Nossa Senhora da Conceição (Gesteira)
			Danos à agricultura e à pecuária	
			Perda de terras, infraestrutura, máquinas e equipamentos	
			Contaminação lavoura	
			Impossibilidade uso água para a dessedentação de animais	

			Contaminação dos peixes e proibição da pesca	Do Córrego de Santarém e Rios Gualaxo do Norte, Carmo e do Rio Doce e seu percurso
Economia Regional	Microrregional e macrorregional	Impacto atividades: rurais, aroeiras, minerais, pesqueiras, da indústria, comércio, prestação serviços e turismo	Interrupção da mineração, do desemprego e da queda turismo	
		Elevação gasto público	Custeios públicos com ações de emergência para mitigar os efeitos do desastre sobre população atingida e com perda de receita	
		Diminuição arrecadação Tributária	Pousadas, restaurantes, mercearias e lojas com quedas em seus ganhos	
		Desemprego	Interrupção da mineração e da demissão funcionários da SAMARCO	

Fonte: Elaborado pela autora em 2023 conforme dados da Ação Civil Pública¹⁵⁹, MPF (MPF, 2016b, p. 55-62).

¹⁵⁹ Informação disponível pelo MPF (MPF, 2016b, p.15-94).

Figura 52 – Estrutura analítica dos impactos formulado na Ação Civil Pública



Fonte: Elaborada pela autora, MPF, 2016b, p. 15-54 – destaque aos Danos Socioeconômicos – pedido de reparação.

Quanto à extensão do desastre, no que concerne às avaliações dos danos socioeconômicos no âmbito macrorregional, como já informado no item “Relato geral dos danos”, 31 (trinta e um) municípios no Estado de Minas Gerais e 04 (quatro) municípios no Estado do Espírito Santo (MPF, 2016b, p. 65) tiveram impactos de ordem socioeconômicos, público e privado, infraestrutura, comércio e serviços.

A exposição ao perigo de vida e integridade das pessoas e comunidades ao redor da barragem nos relatos do MPF (MPF, 2016a, p. 42), com a inundação direta para o solo, teve efeito imediato ao recebimento das águas e rejeito de lama pelo rio¹⁶⁰.

Em efeito cascata, vidas foram tomadas (MPF, 2016a, p. 55) em razão do aumento da produção, e a empresa assumiu, deliberadamente, o risco do rompimento

¹⁶⁰ No relato do MPF (MPF, 2016a, p. 43), “A prova da materialidade, *in casu*, exsurge cristalina. Os diversos laudos, a ampla cobertura por imagens jornalísticas, os diversos testemunhos tornaram fato notório a inundação ocasionada pela passagem da lama de rejeitos por sobre vastas áreas pertencentes aos distritos da cidade de Mariana, em especial o Subdistrito de Bento Rodrigues. Constitui fato notório que a área atingida é habitada e que, no momento da inundação, diversas de suas residências estavam ocupadas pelos respectivos moradores. Não por outro motivo, dramaticamente, para além da simples exposição ao perigo, como exigido na estrutura típica, houve a morte de 19 (dezenove) pessoas entre adultos e crianças”.

da barragem e suas consequências a jusante, o que resultou em morte de 19 pessoas¹⁶¹.

Todas as comunidades, inseridas na área inundada, foram expostas ao perigo, especialmente a de Bento Rodrigues, com bens, patrimônio e vida da comunidade à jusante da barragem (MPF, 2016a, p. 42).

Figura 53 - Danos socioeconômicos – Microrregião do impacto – Foto após o rompimento barragem no Distrito Bento Rodrigues



Fonte: MPF, 2016a, p. 42.

Os estragos na economia regional, na agricultura, pecuária, indústria e serviços suportados pelos municípios imediatamente afetados sucederam em destruição de propriedades rurais, infraestrutura de pontes, escolas, além de diminuição significativa

¹⁶¹Conforme relatório do MPF (MPF, 2016a, p. 55-56), "O motivo torpe dos homicídios ficou caracterizado pela constatação de que, mesmo absolutamente conscientes, desde a época do licenciamento do empreendimento, de todos os riscos envolvidos na construção e operação da barragem de Fundão, os denunciados optaram por uma política empresarial de priorização de resultados econômicos em detrimento de práticas de segurança para o meio ambiente e para as pessoas potencialmente afetadas, assumindo todos os riscos da causação das mortes. A busca desmedida pelo aumento da produção, concretizada em sucessivos projetos de ampliação das plantas, no que eles chamaram P3P, P4P e P5P, aliada à velocidade com que pretenderam implementar os projetos, ainda que plenamente sabedores de que o sistema de disposição de rejeitos de Fundão não suportaria o tão almejado aumento na produção de pelotas de minério, sobretudo no mesmo ritmo de incremento operacional das usinas de concentração e da consequente geração de rejeitos, fez com que assumissem o risco do rompimento da barragem, sendo certo – e será explorado adiante – que todos sabiam das consequências de jusante, as mortes inclusivamente. Matar por dinheiro é motivo torpe suficiente à incidência da qualificadora do inciso I do §2º do Artigo 121, do CP".

das arrecadações tributárias dos municípios atingidos (MPF, 2016b, p. 57-58), como demonstrado abaixo nas tabelas 2, 3 e 4 que relacionam os prejuízos dos municípios de Mariana e Barra Longa em destaque.

Tabela 2 – Prejuízos à economia regional, na agricultura, pecuária, indústria e serviços suportados pelos municípios imediatamente afetados

Atingidos pela barragem	Prejuízo econômico privado					Total dos Prejuízos Privados
	Agricultura ¹	Pecuária ²	Indústria ³	Comércio ⁴	Serviços ⁵	
Mariana	R\$ 878.348,00	R\$ 6.273.210,50	R\$ 215.000.000,00	R\$ 500.000,00	R\$ 400.000,00	R\$ 223.051.558,50
Barra Longa	R\$ 743.882,08	R\$ 14.567.881,00		R\$ 1.000.000,00	R\$ 500.000,00	R\$ 16.811.763,08
Rio Doce	R\$ 256.000,00	R\$ 424.000,00	R\$ 1.599.704,00	R\$ 100.000,00	R\$ 194.000,00	R\$ 12.573.704,00
Santa Cruz do Escalvado	R\$ 100.000,00	R\$ 110.000,00		R\$ 479.418,00		R\$ 689.418,00
Total (R\$)	R\$ 1.978.230,08	R\$ 21.375.091,50	R\$ 226.599.704,00	R\$ 2.079.418,00	R\$ 1.094.000,00	R\$ 253.126.443,58

Fonte: Tabela extraída e adaptada do MPF, 2016b, p. 56.

Tabela 3 – Prejuízos à economia aos atingidos pela barragem – Mariana/MG

Danos à infraestrutura – Mariana/MG ¹⁶²	Quantidade	Valor estimado em perdas
Unidades habitacionais	349	R\$ 51.756.700,00
Estabelecimentos de saúde	2	R\$ 380.715,00
Estabelecimentos de ensino	4	R\$ 4.383.626,00
Instalações públicas de uso comum	11	R\$ 7.392.541,00
Obras de infraestrutura públicas	26	R\$ 39.574.450,00
Total (R\$)		R\$ 103.488.032,00

Fonte: Tabela extraída e adaptada do MPF (MPF, 2016b, p.60), com base no relatório SEDRU (Doc. 09. p. 58-59).

¹⁶² Conforme destaque do MPF (MPF, 2026b, p.60), “Os danos na infraestrutura pública e privada dos municípios diretamente atingidos foram especialmente em unidades habitacionais, estabelecimentos de saúde e ensino, pontes, estradas e quadras poliesportivas. No município de Mariana/MG, houve a destruição de: a) 349 (trezentas e quarenta e nove) unidades habitacionais, localizadas principalmente nos subdistritos de Bento Rodrigues e Paracatu de Baixo; b) 8 (oito) pontes no trecho de Mariana/MG a Rio Doce/MG, sendo elas Ponte do trevo de Paracatu sentido Águas Claras, Ponte do Bucão, Ponte Campinas sentido Barreto, Ponte do Gama sentido Mariana, Ponte-estrada de acesso para Santa Rita, Ponte-estrada de acesso para Mariana, Ponte de Bicas, Ponte, estrada de acesso para Camargos; c) 2 (dois) estabelecimentos de saúde; e d) 4 (quatro) estabelecimentos de ensino.

Tabela 4 – Prejuízos à economia aos atingidos pela barragem – Barra Longa/MG

Danos à infraestrutura Barra Longa/MG	Quantidade	Valor estimado em perdas
Unidades habitacionais	133	R\$ 2.657.600,00
Estabelecimentos de saúde	3	R\$ 700.000,00
Estabelecimentos de ensino	2	R\$ 800.000,00
Obras de infraestrutura públicas	6	R\$ 5.400.000,00
Total		R\$ 9.557.600,00

Fonte: Tabela extraída e adaptada do MPF (MPF, 2016b, p. 61) com base no relatório SEDRU (Doc. 09. p. 56-57).

Tendo em conta os elementos relacionados na cadeia de eventos que sucederam do rompimento da barragem de Fundão, destaca-se o fato do empreendedor ter elaborado Plano de Ação de Emergência (PAE) e manual de riscos e impactos para a gestão empresarial. Porém, não obteve sucesso na tomada de ação e emergência¹⁶³ ao cenário catastrófico do evento do rompimento da estrutura geotécnica da barragem¹⁶⁴ (MPF, 2016a, p. 185-186) e ainda nos controles associados ao PAE no tocante ao mínimo que se espera, tais como, equipamentos simples de aviso sonoros, como buzinas ou avisos luminosos¹⁶⁵ (MPF, 2016a, p. 54), negando às vítimas e afetados qualquer possibilidade de reação e defesa que

¹⁶³ De acordo com o relato do MPF (MPF, 2016a, p. 54), "Fica, assim, evidenciada a impossibilidade de defesa dos ofendidos, haja vista que o Plano de Ações de Emergenciais (PAE) não foi colocado em prática no dia do acidente, mostrou-se falho e burocrático, prevendo apenas o uso de telefones para a comunicação de incidentes na barragem em uma área de difícil sinal de telefonia celular. Ademais, a SAMARCO não implantou qualquer sistema de alarmes sonoros ou outra forma eficaz de comunicação na hipótese de acidentes, de modo a alertar a tempo os funcionários e terceirizados que trabalhavam nas imediações da barragem, bem como as comunidades a jusante. A SAMARCO também não instituiu canais efetivos de comunicação com os funcionários e população de jusante em caso de sinistro com a barragem, assim como não promoveu treinamento adequado aos envolvidos, de forma a orientá-los como se portar em situações de emergência".

¹⁶⁴ Conforme relato do MPF (MPF, 2016a, p. 186) "No campo, descrição do evento, estava consignado: "Este risco contempla tanto o rompimento da estrutura geotécnica em si quanto os transtornos operacionais que podem ocorrer no dia a dia da operação, causando interrupções críticas. São exemplos destas interrupções: pequenos deslizamentos, cheias, recalques, *pipings* em diques intermediários etc., além disso contemplam neste risco interrupções geradas por questões não técnicas como, por exemplo, reclamações de comunidades vizinhas devido à geração de poeira. Fazem parte do escopo deste risco as estruturas de disposição de rejeitos e água: Fundão, Santarém, Germano, Matipó, Norte Ubu, Cava de Germano e Muniz Freire".

¹⁶⁵ Conforme indicado pelo MPF (MPF, 2016a, p.54), "Destaca-se ainda que a denunciada SAMARCO não possuía, no âmbito das ações em caso de emergência, algo tão prosaico como sirenes ou avisos luminosos. Na perspectiva semiótica, os sons e as cores são seguros meios de comunicação em casos emergenciais porque estão enraizados no imaginário e na cultura simbólica das pessoas e grupos. Em geral, com base em seu instinto de sobrevivência, os indivíduos humanos atendem aos avisos de perigo iminente ou deflagrado. Isso tanto mais se agrava quando se sabe que, após o acidente, após a destruição, após a perda inútil de vidas humanas, os denunciados tenham decidido instalar dispositivos sonoros de aviso".

pudessem permitir alguma resistência ao poderoso impacto dos danos causados.

A Bacia do Rio Doce é um ecossistema, com territórios tradicionalmente ocupados por comunidades indígenas e ribeirinhas ao longo do rio (MPF, 2016b, p. 72). Os recursos naturais ali contidos sustentam, com peixes, plantas e outras espécies, diversos povos tradicionais que têm no rio sua subsistência. São elementos particularmente sagrados e simbólicos, trazendo identidade, produção cultural e preservação contínua que esses povos têm com o território sagrado (MPF, 2016b, p. 70). O rompimento da barragem de Fundão impactou as condições de subsistência e vida cultural dessas comunidades, como bem-sinalizado pelo MPF (2016b, p.72):

[...] a gravidade dos impactos vivenciados pelos povos indígenas Krenak, Tupiniquim e Guarani, bem como pelos quilombolas, ribeirinhos e pescadores artesanais, conforme será detalhado a seguir, de forma a demonstrar a evidente necessidade da adoção das apropriadas medidas mitigatórias, reparatórias e compensatórias destinadas a impedir a deterioração identitária resultante das perdas de práticas culturais ligadas ao Rio Doce e ao mar, bem como a garantir a alimentação adequada e os meios próprios de subsistência das comunidades atingidas.

Nesse condão, o Quadro 16 demonstra uma série de danos de natureza socioeconômica para os atingidos, municípios e indivíduos, completando assim o quadro geral dos impactos causados pela barragem de Fundão após seu rompimento.

Quadro 16 – Classificação das Categorias de Danos Humanos

Danos sociais				
Categorias	Evento	Efeito/resultado	Impactados	Localização
Dano Humano – à Vida e à Integridade física	Rompimento barragem Fundão e derramamento lama	19 mortes	Trabalhadores SAMARCO e moradores	Barragem e Bento Rodrigues
	Desalojamento pessoas e perdas bens materiais	Centenas pessoas desabrigadas e danos à edificações (180) e destruição de automóveis, maquinários, semoventes e etc.	Moradores região e vizinhança	Bento Rodrigues
	Dano à educação	Moradores região e vizinhança	Alunos região e vizinhança	Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo
	Impossibilidade uso do Rio	Perda atividades de lazer	Moradores região e vizinhança	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce
	Dano à estruturas e cultura	Perda de obras sacras com valor histórico e destruição referências culturais	Moradores região e vizinhança	
	Falta de abastecimento de água	Recebimento de doações para atendimento a direitos básicos, como moradia, alimentação e renda mínima e subsistência	Moradores região e vizinhança	Governador Valadares e Colatina
	Desemprego (PDV)	Perda do meio de subsistência, fonte de renda e empregos	Trabalhadores SAMARCO e moradores	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce
	Impacto atividade agropecuária pesqueira, setores de indústria, comércio e serviços	Inviabilidade das atividades econômicas. Perda autonomia dos trabalhadores e dependência dos auxílios e programas de reparação por parte da empresa	Moradores região e vizinhança	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce
Dano Humano – à Saúde, físicos ou psicológicos/Simbólicos	Físicos			
	Contaminação da água e grande quantidade poeira	Problemas respiratórios e de pele	Moradores região e vizinhança	Barra Longa/MG
	Psicológicos			
	Abalo emocional	Perda do estilo de vida e insegurança com o futuro. Dificuldade de adaptação da transição do meio rural ao meio urbano (forçosa)	Moradores região e vizinhança	Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo
	Sentimento de insegurança	Realizados nas regiões e vizinhança não sabem se poderiam reproduzir seus modos habituais de vida.	Moradores atingidos pela barragem realizados nas regiões vizinha	Região adjacente de Mariana/MG
	Insegurança alimentar às plantações dos camponeses, contaminação dos peixes vendidos na região	Possibilidade de contaminação dos animais e plantações e ao consumo de água	Moradores região e vizinhança	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce

	Aumento gasto doméstico, afetação renda	Modificação modo de vida dos povos e gradual perda de sua identidade	Comunidades tradicionais	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce
	Violação cultural das comunidades tradicionais e povos indígenas	Perda dos meios de subsistência, de fonte de renda e de valores intrínsecos e culturais essenciais à sua identidade	Povo indígena Krenak; Direitos humanos de povos indígenas e comunidades tradicionais	Resplendor/MG
	Violação coletiva das comunidades tradicionais e povos indígenas		Dano Moral Coletivo (extrapatrimonial)	
Dano Humano – Impactos sobre as formas de organização social da população envolvida	Processo de reparação decorrente derramamento de lama	Processo reparatório insatisfatório	Moradores região e vizinhança	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce
	Violências e vulnerabilidades	Vulnerabilização de idosos, violência doméstica, sexual e deficientes	Idosos, domésticas, mulheres, pessoas com deficiência, atingidos pelas barragens	Ao longo de toda a Bacia do Rio Doce

Fonte: Elaborado pela autora conforme dados do MPF (MPF, 2016b, p. 62-7 2016, p. 62-95) – destaque aos Danos Socioeconômicos – Danos Humanos.

Como demonstrado acima, a extensão dos danos, os impactos microrregionais, macrorregionais e interestaduais, de forma inequívoca, e a magnitude dos efeitos às estruturas, às infraestruturas, às comunidades e ao meio ambiente, nunca antes visto no Brasil requerem uma atuação estatal firme na busca por reparação adequada, que trate de forma exemplar sobre agentes e sujeitos, imputando-lhes as responsabilizações diretas pelo desastre da barragem e permitindo correções e coibições em situações similares.

CAPÍTULO IV

4 INSTITUIÇÕES E INSTRUMENTOS DA POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO

O desastre da Samarco ocorreu após cinco anos de vigência da Política Nacional de Segurança de Barragens. As falhas de infraestrutura da barragem de Fundão eram riscos previsíveis e normatizados que foram negligenciados pelo empreendedor e resultaram em consequências desastrosas, seja a destruição parcial do sistema de disposição de rejeitos e a paralização da Samarco por cinco anos, sejam os danos causados aos atingidos, com morte e lesões de pessoas, e degradação ambiental incalculável, com múltiplos prejuízos para a vasta população localizada à jusante da barragem.

É importante frisar, inicialmente, que o marco regulatório estabeleceu que “o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la”, conforme definido na Lei Federal nº 12.334/2010, art. 4º, inciso III. No entanto, a Samarco e suas proprietárias, Vale S.A. e BHP-Billiton Ltda., falharam no cumprimento de leis e normas técnicas durante as fases de planejamento, licenciamento, construção e operação da barragem de Fundão. Apesar da legislação vigente, as empresas priorizaram a expansão acelerada da produção e sobrecarregaram a barragem além do suportável em detrimento dos riscos potenciais.

Por sua vez, os órgãos públicos responsáveis pela fiscalização autorizaram o funcionamento da barragem de Fundão ao longo de sua vida útil. A esse respeito, o Tribunal de Contas da União (2016, p. 2) observou que o desastre da Samarco “suscitou questões acerca de eventuais lacunas ou falhas regulatórias, bem como negligência ou irregularidades praticadas pelo Poder Público que possam ter concorrido para o evento”. As investigações realizadas pelos órgãos de controle externo constataram fragilidades na ação pública em relação ao cumprimento das

regulações estabelecidas pelo marco legal¹⁶⁶.

O desastre da barragem de Fundão (BRF) mostrou que os sistemas de controle criados podem falhar mesmo que aparentemente sejam considerados bem ordenados e gerenciáveis. Falhou o sistema de disposição de rejeitos da BRF, construído e gerenciado pela empresa privada e proprietária da barragem, também falhou o sistema político-administrativo responsável por “garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências”, tal como estabelece o primeiro objetivo da Lei Federal nº 12.334/2010, art.3º, Inciso I.

De acordo com Quarantelli (2015), a origem dos desastres encontra-se no próprio sistema no qual eles aparecem, pois são manifestações das deficiências existentes nas estruturas micro e macrossociais. Dessa perspectiva analítica, o referido desastre apresenta um encadeamento de falhas que conforma uma trama complexa a ser decifrada em relação aos problemas do controle do risco de desastre. O fato de o empreendedor descumprir os padrões de segurança normatizados parece estar entrelaçado ao fato de o poder público não conseguir garantir a observância de tais padrões.

Trata-se de um problema que suscita muitas dúvidas e instiga o debate. Afinal, por que o funcionamento da barragem de Fundão estava autorizado pelo poder público se havia risco crítico indicando o possível rompimento físico-estrutural daquela barragem? Diante desse questionamento, interroga-se: (a) quais seriam as fragilidades existentes nas estruturas institucionais, responsáveis pela política de segurança de barragens de mineração, para que elas não agissem coercitivamente em relação ao funcionamento da barragem? (b) havia capacidade institucional adequada para que os órgãos públicos pudessem exercer as suas funções? (c) considerando as competências e atribuições dos órgãos licenciadores e

¹⁶⁶ As informações sobre os órgãos públicos responsáveis pelo controle da barragem de Fundão encontram-se em relatórios de auditorias realizadas após o desastre da Samarco, que estão disponíveis ao público, quais sejam, o “Relatório da Auditoria Operacional - TC 032.034/2015-6”, realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e o “Relatório da Auditoria Operacional nº 951.431”, realizada pelo Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCMG) junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico – SEDE (atual SEDECTES), tendo por referência a atuação do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA na gestão das atividades relativas ao setor de mineração, especialmente as atividades da extração do minério de ferro.

fiscalizadores, havia governança e mecanismos de coordenação e interlocução entre os órgãos da política nacional de meio ambiente e o órgão da política nacional de segurança de barragens?

Tendo como foco esses questionamentos, o eixo condutor deste capítulo consiste em explicitar, ainda que resumidamente, as competências, atribuições e instrumentos de atuação dos órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento e pela fiscalização da segurança de barragens, considerando o poder institucional do Estado (Frey, 2000). Para tanto, destaca-se os aspectos normativos, instrumentais e operacionais de ambas as políticas (PNMA e PNSB)¹⁶⁷, visando identificar as competências dos órgãos e os instrumentos normativos disponíveis para viabilizar a operacionalização da ação governamental. A intenção é analisar as interfaces e as lacunas existentes na regulamentação e respectiva regulação dos instrumentos criados pelas duas políticas, bem como as possíveis ambiguidades operacionais decorrentes. Nesse sentido, este capítulo visa sistematizar as principais características do sistema institucional e operacional como subsídio para o próximo capítulo, que visa demonstrar as evidências das condições de vulnerabilidade político-institucional presentes no referido sistema, as quais constituíram-se como fatores agravantes do risco de rompimento da barragem de Fundão.

Antes de avançar, convém informar que, de modo algum, se pretende esgotar essa temática, apenas circunscrever em grandes linhas a configuração institucional de controle e segurança de barragem materializada no caso brasileiro. Vale destacar, ainda, que o tema da política de segurança de barragens de mineração é relativamente novo no Brasil, e o conhecimento científico sobre a ação do Estado, nessa área, é incipiente, o que torna necessário explicitar a forma como as instituições foram constituídas e atuam na prática para identificar e dimensionar a presença de vulnerabilidade político-institucional como fator agravante do risco de desastres tecnológicos.

Tendo em vista que as instituições e seus respectivos instrumentos de ação constituem o foco principal em torno do qual a discussão das questões pontuadas neste capítulo será tratada, a concepção teórica que fundamenta a argumentação aqui

¹⁶⁷ PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938/1981; PNSB - Política Nacional de Segurança de Barragem, instituída pela Lei nº 12.334/2010.

desenvolvida tem como âncora o aporte da sociologia da ação pública. Dessa perspectiva, as instituições são compreendidas como:

[...] um conjunto mais ou menos coordenado de regras e de procedimentos que governam as interações e os comportamentos dos atores e das organizações (NORTH, 1990). As instituições fornecem, assim, um quadro estável de antecipações que reduz as incertezas e estrutura a ação coletiva (Lascoumes; Le Galès, 2012, p. 23).

Desse prisma, esses autores destacaram que as regularidades de comportamento são obtidas por meio de “[...] matrizes cognitivas e normativas, conjuntos coordenados de valores, de crenças e de princípios de ação, até princípios morais igualmente assimilados pelos atores e que guiam suas práticas” (March; Olsen, 1989 *apud* Lascoumes; Le Galès, 2012, p. 23). Eles argumentaram, em seguida, que “numerosos trabalhos têm mostrado como as instituições estruturam as políticas públicas” (Idem) e que os instrumentos da ação pública são tipos particulares de instituição que produzem efeitos do mesmo tipo. Por sua vez, o instrumento da ação pública é definido como:

[...] um dispositivo ao mesmo tempo técnico e social que organiza relações sociais específicas entre o poder público e seus destinatários de acordo com as representações e os significados dos quais é portador (Lascoumes; Le Galès 2007, p. 23).

Como tal, os instrumentos são um tipo específico de instituição que modulam, em parte, a maneira como os atores se comportam, criam incertezas sobre os efeitos das relações de força, privilegiam determinados atores e interesses e afastam outros, bem como veiculam uma representação dos problemas. Portanto, a capacidade de ação dos atores sociais e políticos é muito diferente em função dos instrumentos selecionados. Uma vez postos em prática, eles criam perspectivas de utilização e de interpretação, imprevistas e difíceis de controlar, tanto para os empreendedores, quanto para os políticos, alimentando assim uma dinâmica de institucionalização (Fligstein, 2001 *apud* Lascoumes; Le Galès, 2012). Os instrumentos determinam, em parte, quais recursos podem ser utilizados e por quem. Como toda instituição, eles permitem estabilizar formas de ação coletiva e tornam mais previsível e, sem dúvida, mais visível o comportamento dos atores.

Halpern, Lascoumes e Le Galès (2021, p. 36), mais recentemente, enfatizaram que “[...] cada instrumento é uma forma condensada de saber sobre o poder social e os modos de o exercer; cada instrumento tem uma história, e as suas propriedades são indissociáveis das finalidades que lhe são atribuídas”. Nesse sentido, os

instrumentos de ação das políticas públicas são portadores de “valores, alimentados por uma interpretação das concepções sociais e precisão do modo de regulação previsto”.

Tendo como pressupostos teóricos o enfoque brevemente mencionado, este capítulo contém seis tópicos. O primeiro trata da trajetória de institucionalização da política de segurança de barragens com ênfase na mineração; o segundo, da implementação da política de segurança de barragens; o terceiro trata dos órgãos fiscalizadores; o quarto, das interfaces entre a política segurança de barragens e a política de mineração; o quinto, das interfaces entre a política de segurança de barragens e a política ambiental; e, por fim, o sexto trata da governança da estrutura organizacional-institucional do DNPM e do SISEMA.

4.1 POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS DE MINERAÇÃO NO BRASIL

A ação do Estado brasileiro no campo da segurança de barragens é recente. Ao contrário de alguns países que têm indústrias de mineração muito ativas e muitas instalações de armazenamento de rejeitos (por exemplo, Estados Unidos, Canadá, Austrália e África do Sul), os quais possuem legislação específica para os sistemas de contenção de rejeitos, o Brasil, embora tenha uma indústria de mineração ativa desde meados do século 20, só recentemente criou uma legislação para barragens de rejeitos¹⁶⁸. Segundo Silva (2021), “países como Portugal, Estados Unidos, Espanha e França possuem um sistema legislativo já avançado, que incluem classificação quantitativa de riscos, de acordo com as características das barragens e dos rejeitos” (Silva, 2021, p. 164)¹⁶⁹.

¹⁶⁸ Para uma análise mais abrangente sobre a legislação internacional de segurança de barragens, ver Jesus (2021); Silva (2021).

¹⁶⁹ Quanto às Normas Técnicas (NBR) para atividades de mineração, observadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Silva (2021) sublinha que, em geral, as NBRs não são de aplicabilidade obrigatória. Contudo, sendo documentos estabelecidos por consenso técnico da sociedade e aprovadas por um organismo reconhecido (ABNT), com base em estudos e resultados tecnológicos, científicos e práticos, a fim de garantir segurança, confiabilidade, qualidade, desempenho, dentre outros benefícios, é de bom tom segui-las (Silva, 2021, p. 172).

Embora houvesse normas infraconstitucionais sobre segurança de barragens, no Brasil não havia, até 2010, nenhuma lei federal estabelecendo uma política pública nesse sentido. Foi somente com a promulgação da Lei Federal nº 12.334, em 20/09/2010, que se instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). A instituição desse marco regulatório foi um passo importante no controle do risco de barragens por definir os objetivos e fundamentos da política pública, os instrumentos e os critérios de classificação do risco de barragens, bem como estabeleceu a responsabilidade do empreendedor e as atribuições dos órgãos fiscalizadores.

No âmbito infraconstitucional, o Código de Mineração responde pelo estabelecimento de regras gerais para a indústria de produção mineral. Porém, para questões operacionais e interfaces com outras políticas concernentes à mineração, diversas Leis e regulamentações foram estabelecidas como suporte normativos específicos. Relativamente à regulação da segurança de barragens para disposição de rejeitos de mineração, destacam-se instrumentos específicos e correlatos à mineração, conforme resumido no Quadro 17, a seguir:

Quadro 17 – Legislação relativa à Segurança de Barragens de Mineração

Ano	Órgão Emissor	Instrumentos	Ementa / conteúdo
1981	Congresso Nacional / Presidência República	Lei nº 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
1986	CONAMA	Resolução nº 1	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental
1997	CONAMA	Resolução nº 237	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental
2001	DNPM	Norma Reguladora nº 19/2001	Estabelece diretrizes gerais para disposição de estéril, rejeitos e produtos e define, dentre outras coisas, que “[...] a estocagem definitiva ou temporária de estéril e materiais diversos provenientes da mineração deve ser realizada com o máximo de segurança e o mínimo de impacto no ambiente”, bem como que “em situações de risco grave e iminente de ruptura de barragens e taludes as áreas de risco devem ser evacuadas, isoladas e a evolução do processo monitorada e todo o pessoal potencialmente afetado deve ser informado imediatamente”.

2001	DNPM	Portaria nº 237/2001	Aprova as Normas Reguladoras de Mineração – NRM, de que trata o Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. (Código de Mineração)
2002	DNPM	Portaria DNPM nº 12 de 22/01/2002	Altera dispositivos do Anexo I da Portaria nº. 237 de 18 de outubro de 2001, publicada no DOU de 19 de outubro de 2001.
2002	COPAM MG	Deliberação Normativa COPAM nº 62/2002	Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração;
2004	Governo Estadual MG	Lei nº 15.056	Estabelece diretrizes para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais e dá outras providências.
2005	COPAM MG	Deliberação Normativa COPAM nº 87/2005	Estabelece a obrigatoriedade da realização de Auditoria Técnica de Segurança de acordo com determinada periodicidade que varia em função da classificação da barragem
2008	COPAM MG	Deliberação Normativa nº 124/2008	Estabelece a exigência da elaboração da Declaração de Condição de Estabilidade da Estrutura
2010	MME	Lei nº 12.334/2010	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
2010	MME	Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e insere na classificação dos resíduos sólidos, quanto à origem, os resíduos de mineração gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.
2012	CNRH	Resolução nº. 143/2012	Estabelece os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório
2012	CNRH	Resolução do CNRH nº 144/2012	Estabelece diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
2012	DNPM	Portaria nº 416	Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.
2013	DNPM	Portaria nº 526	Estabelece a periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM), conforme art. 8º, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de

			Barragens (PNSB), e art. 8º da Portaria nº 416, de 3 de setembro de 2012.
2016	DNPM	Portaria DNPM nº 14/2016	Estabelece o prazo para apresentação de comprovante de entrega das cópias físicas do PAEBM para as Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais e especifica os casos passíveis de emissão de auto de interdição pelo DNPM
2017	DNPM	Portaria DNPM nº 70.389/2017	Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e o Sistema Integrado de Gestão em Segurança dessas barragens e dispõe sobre a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, as Inspeções de Segurança Regular e Especial, a Revisão Periódica de Segurança de Barragem e o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM).
2017	ABNT	NBR nº 13.028/2017	Orientação de como deve ser a instrumentação de Mineração — Requisitos para a elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água
2017	ANM	NBR nº 13.029/2017	Mineração — Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha
2019	ANM	Resolução ANM nº 13/2019	Estabelece medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado “a montante” ou por método declarado como desconhecido
2020	Governo Federal	Lei nº 14.066	Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).
2022	ANM	Resolução nº 95	Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração.

Fonte: Quadro construído a partir de Silva (2021, p. 165-172) e complementado pela autora.

Não havia, portanto, até 2010, uma política nacional de segurança de barragem articuladora dos diversos dispositivos dispersos entre os diversos órgãos que tinham alguma interface com a problemática da segurança de barragens. Ademais, entre os

motivos que aglutinaram esforços para instituir uma política nacional de segurança de barragens, destacam-se:

[...] o elevado nível de problemas de natureza organizacional que se manifestavam no estado geral de abandono de milhares de barragens brasileiras, com vulnerabilidades latentes em projetos, construção e operação de estruturas existentes” (Neves, 2018, p. 10).

Esses fatores, aliados à falta de cuidados e ao envelhecimento das estruturas contribuíram para que começasse a ocorrer uma sequência de desastres que evidenciaram a exposição da sociedade a níveis de riscos relevantes¹⁷⁰.

Desse modo, a questão da segurança de barragens entrou na agenda governamental e na agenda decisória como um problema de política pública¹⁷¹, como efeito da ação política de atores governamentais, movimentos sociais, partidos políticos, mídia entre outros agentes, no limiar do século 21.

Nesse sentido, entre os anos de 2003 e 2010 houve empenho de várias organizações na elaboração da Lei nº 12.334/2010, como também na formulação da estratégia de regulamentação das normas infralegais. Assim, a entrada do problema na agenda governamental deve-se “aos esforços de vários setores da sociedade preocupados com o vácuo jurídico-institucional sobre o tema da segurança de barragens, cuja descrição do problema foi materializada com a elaboração do Projeto de Lei nº 1.181, em 2003”, conforme atesta o primeiro Relatório de Segurança de Barragens (ANA, 2013, p. 19).

Tendo entrado na agenda governamental como Projeto de Lei nº 1.181/2003, foi criado um Grupo de Trabalho no âmbito da Câmara Técnica de Análise de Projetos (CTAP) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (GT SB CTAP/CNRH) para

¹⁷⁰ Conforme a Agência Nacional de Águas (2013, p.19), “em uma rápida retrospectiva da primeira década do novo milênio, identificam-se alguns eventos significativos que acenderam o sinal de alerta para a sociedade: em 2001, o acidente da mineração Rio Verde; em 2002, diversas ocorrências de pequeno porte; em 2003, o acidente com a barragem de resíduos industriais em Cataguases, que, além dos impactos ambientais, causou o desabastecimento de aproximadamente 600 mil habitantes por quase um mês; em 2004, o rompimento da Barragem de Camará, na Paraíba, durante sua fase final de construção, causou comoção nacional; e em 2009, destaca-se o rompimento de Algodões I, no Piauí, dentre muitos outros”.

¹⁷¹ Segundo Capella (2018, p. 18) a literatura mais recente de política pública mostra que a definição de problemas é elemento central do conflito político. E, de acordo com Stone (2002), “[...] a definição de problemas consiste numa representação estratégica de situações: é uma representação porque toda descrição de uma situação prioriza um ponto de vista, entre vários outros possíveis” (Idem, *ib.*). Para Stone, “... definir um problema é fazer uma declaração sobre o que está em jogo e quem é afetado e, portanto, definir interesses e a constituição de alianças. Não existe uma definição de problema apolítica (Stone, 2002, p. 231, *apud* Capella, 2018, p. 18).

discutir o tema. Em 2004, o Grupo de Trabalho encaminhou uma minuta de substitutivo que foi discutida e aprovada pela Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais (CTIL) e, posteriormente, pelo plenário do CNRH, dando origem ao Projeto de Lei PLC-168/2009. Em 2010, foi publicada a Lei nº 12.334/2010 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

A proposta apresentada pelo Grupo de Trabalho (GT SB CTAP/CNRH) foi discutida com vários setores da sociedade, conforme registrou a ANA (2013, p. 20):

Durante o processo de discussão, nas reuniões do Grupo de Trabalho, estiveram presentes representantes de diversos setores, dentre os quais ONG's, indústrias, vários representantes ministeriais, agências reguladoras, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, Consórcios e Associações Intermunicipais de Bacias Hidrográficas, e Organizações Técnicas de Ensino e de Pesquisa, como o Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB), Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE), e Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS), dentre outras instituições.

Além dos participantes, referidos na citação acima, nas reuniões do GT SB CTAP/CNRH, a estratégia regulatória e as normas infralegais foram debatidas por diferentes seguimentos, tais como, os *stakeholders* envolvidos, o Grupo de Trabalho (GT) interministerial que elaborou a Resolução CNRH 143/2012, a ANA e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Banco Mundial e o *United States Army Corps of Engineers (USACE)*, como também, “[...] no âmbito do DNPM, foram realizadas ainda reuniões internas na diretoria de fiscalização da atividade minerária – (DIFIS) e com as superintendências regionais” (TCU, 2016, p. 17).

Desse modo, em 20 de setembro de 2010, foi sancionada a Lei nº 12.334, estabelecendo a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), e criado o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). O Art. 3º da PNSB define sete objetivos a serem cumpridos, cujos conteúdos normativos versam sobre: padrões de segurança, regulamentação, monitoramento, controle público, informações subsidiárias, conformidades técnicas e cultura de segurança. Posteriormente, com as mudanças introduzidas pela Lei nº 14.066/2020, foram incluídos os procedimentos emergenciais para atuação conjunta em caso de incidentes, acidentes ou desastres envolvendo barragens. As diretrizes contidas na PNSB estão voltadas para diversos tipos de barragens, sejam de mineração, de resíduos industriais, de usos múltiplos ou hidrelétricas. E, no art. 7º, a Lei estabelece que as barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, pelo seu volume,

por categoria de risco e por dano potencial associado, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). A classificação por **categoria de risco** em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao plano de segurança da barragem (PSB), já a classificação por **categoria de dano potencial associado**, será em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

A Resolução CNRH nº 143/2012, regulamentou o art. 7º da Lei nº 12.334/2010, estabelecendo os critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume. No que concerne ao dano potencial associado, definiu que seria efetuado em consonância com o declarado pelo empreendedor no Relatório Anual de Lavra (RAL). Em relação à categoria de risco (CRI), no art. 4º, incisos I a III, a resolução estabelece que a classificação das barragens será feita a partir de aspectos da própria barragem que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando-se em conta três critérios e seus elementos, que são considerados critérios gerais. Atualmente, os critérios da Resolução nº 143/2012 foram atualizados pela Portaria DNPM nº 70.389/2017, porém, a composição dos critérios e suas respectivas pontuações não foram modificadas. O Quadro 18, a seguir, mostra os três critérios e seus respectivos itens constitutivos que compõem os critérios gerais de classificação quanto à categoria de risco (CRI).

Quadro 18 – Critérios gerais de classificação de barragens de rejeitos de mineração quanto à Categoria de Risco (CRI)

Características Técnicas (CT)	Estado de conservação da Barragem (EC)	Plano de Segurança da Barragem (©)
1 – Altura do barramento	1 – Confiabilidade das estruturas extravasoras	1 – Existência de documentação de projeto
2 – Comprimento do coroamento da barragem	2 – Confiabilidade das estruturas de captação	2 – Estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem
3 – Tipo de barragem quanto ao material de construção	3 – Eclusa	3 – Procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento
4 – Tipo de fundação da barragem	4 – Percolação	4 – Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem
5 – Idade da barragem	5 – Deformações e recalques	5 – Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação

6 – Tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro	6 – Deterioração dos taludes	

Fonte: Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012.

Para cada um dos critérios (CT + EC + ©), a Resolução define matrizes que compõem o critério e estabelece uma pontuação para cada elemento da matriz, compondo, assim, três quadros que detalham as possíveis condições da barragem em cada situação específica. O Quadro 19 resume a composição de cada critério definido pela Resolução nº 143/2012.

Quadro 19 – Composição de cada critério de classificação de Risco

Crítérios	Composição dos Crítérios	Pontuação
1 – Características Técnicas – (CT)	Altura (a) Comprimento (b) Vazão de Projeto ©	$CT = \sum (a \text{ até } c)$
2 – Estado de Conservação (EC)	Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (d) Percolação (e) Deformações e Recalques (f) Deterioração dos Taludes / Parâmetros (g)	$EC = \sum (d \text{ até } g)$
3 – Plano de Segurança da Barragem (©)	Documentação de Projeto (h) Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (i) Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento (j) Plano de Ação Emergencial – PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (k) Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança (l)	$© = \sum (h \text{ até } l)$

Fonte: Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012.

A pontuação da categoria de risco (CRI) é definida nos seguintes termos: Pontuação Total (CRI) = CT + EC + ©, onde CT = Características Técnicas; EC = Estado de Conservação; e © = Plano de Segurança de Barragem. Essa pontuação resulta em três faixas de classificação que define a categoria de risco, como mostra o Quadro 20.

Quadro 20 – Classificação do Risco

	Categoria do Risco	CRI
Faixas de Classificação	ALTO	≥ 60 ou EC =10 (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	≤ 37

(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem

Fonte: Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012.

O outro critério para classificação de barragens definido pelo art. 7º da Lei nº 12.334/2010 é o **Dano Potencial Associado (DPA)**. O artigo 5º, da Resolução CNRH nº 143/2012, estabelece os critérios gerais do DPA a serem utilizados para classificação nos seguintes termos: a) existência de população a jusante com potencial de perda de vidas humanas; b) existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários; c) existência de infraestrutura ou serviços; d) existência de equipamentos de serviços públicos essenciais; e) existência de áreas protegidas definidas em legislação; f) natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados; e g) volume.

Para viabilizar a classificação, a Resolução CNRH nº 143/2012 traz uma matriz de classificação cujos subitens relacionam-se a: i) volume total do reservatório (a); existência de população a jusante (b); impacto ambiental (c); e impacto socioeconômico (d). A pontuação total do DPA = $\sum$ (a até d), conforme mostra o Quadro 21 da matriz de classificação.

Quadro 21 – Matriz de classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)
(Resíduos e Rejeitos)

Volume Total do Reservatório (a)	Existência de População a Jusante (b)	Impacto ambiental ©	Impacto socioeconômico (d)
Muito Pequeno ≤ 500 mil m ³ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE (Área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (0)	INEXISTENTE (Não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
Pequeno 500 mil a 5 milhões m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local)	POUCO SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infra-estrutura de relevância sócio-)

	(3)	em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (2)	econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
Médio 5 milhões a 25 milhões m ³ (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT) (6)	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
Grande 25 milhões a 50 milhões m ³ (4)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (10)	MUITO SIGNIFICATIVO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A – Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) (8)	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
Muito Grande ≥ 50 milhões m ³ (5)		MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I-Perigosos segundo a NBR 10004 da ABNT) (10)	
DPA= Σ (a até d)			

Fonte: Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012.

Do mesmo modo que a classificação do risco (CRI), a matriz de classificação do Dano Potencial Associado (DPA) contém uma pontuação que resulta em três faixas de classificação que define a categoria do Dano Potencial Associado (DPA), conforme mostra o Quadro 22.

Quadro 22 – Classificação do Dano Potencial Associado

	Dano Potencial Associado	DPA
Faixas de Classificação	ALTO	≥ 16
	MÉDIO	$10 < DPA < 16$
	BAIXO	≤ 10

Fonte: Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012.

Finalmente, cabe ressaltar que a Lei nº 12.334/2010 estabeleceu em seu art. 1º, parágrafo único, que ela aplica-se a vários tipos de barragens, sejam de mineração, de resíduos industriais, de usos múltiplos ou hidrelétricas, que apresentem pelo menos uma das seguintes características: a) altura do maciço maior ou igual a 15 metros; b) capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³; c) reservatório que contenha resíduos perigosos, conforme normas técnicas aplicáveis; d) categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas; e) categoria de risco alto, definida conforme critério do órgão fiscalizador (incluído pela Lei nº 14.066, de 30/09/2020, que alterou a Lei nº 12.334/2010).

4.2 IMPLEMENTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

O Relatório de Segurança de Barragens¹⁷², com dados coletados até 30/09/2011, visou estabelecer a linha de base para futura avaliação da implementação da PNSB e servir “como ferramenta de análise de sua efetividade na redução de acidentes e na melhoria da gestão da segurança das barragens brasileiras” (ANA, 2013, p. 12). O referido relatório destacou que, no início do processo de implementação da Lei nº 12.334/2010, não era possível avaliar as condições de segurança das barragens brasileiras existentes porque:

[...] as informações, quando existentes, ainda estão muito dispersas e restritas aos ambientes dos diversos proprietários (empreendedores) e instituições públicas (órgãos fiscalizadores), e o processo de implementação

¹⁷² O Relatório de Segurança de Barragens (RSB) é um dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela Lei Federal nº 12.334, de 20/09/2010. No âmbito da PNSB, o RSB deverá ser elaborado anualmente, de forma consolidada, sob a coordenação da Agência Nacional de Águas (ANA), que o enviará ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) para avaliação. Em seguida, o CNRH encaminhará o RSB ao Congresso Nacional.

dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens ainda se encontra bastante incipiente (ANA, 2013, p. 16).

Em relação à fiscalização da segurança de barragens, o relatório destacou o papel do órgão que outorgou ao direito de uso dos recursos naturais a tarefa de fiscalizar, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). No caso dos recursos hídricos, observa-se o domínio do corpo hídrico (federal ou estadual). Dessa forma, quando o objeto for de acumulação de água, a atribuição é do órgão que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico; quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica, a atribuição é da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); quando o objeto for mineração, a atribuição é do órgão outorgante de direitos minerários para fins de deposição final ou temporária de rejeitos; e quando o objeto for resíduos industriais, a atribuição é do órgão que forneceu a licença ambiental de instalação e operação. Assim, as autoridades do poder público responsáveis pelas ações de fiscalização da segurança de barragens, de acordo com sua competência e as características da barragem, são os órgãos federais: Agência Nacional de Águas (ANA) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para recursos hídricos; Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)¹⁷³, para recursos minerais; e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), além dos órgãos estaduais de recursos hídricos e os de meio ambiente dos estados e dos municípios. Desse modo, em 2013, havia 31 instituições fiscalizadoras de segurança de barragens, quatro federais, ANA, ANEEL, DNPM e IBAMA, e 27 estaduais, sendo que as últimas são também gestoras de recursos hídricos (ANA, 2013, p. 12).

A constatação da relativa ausência de ações reguladoras e de instrumentos articulados para prover segurança de barragens até a primeira década do novo milênio demonstra a omissão do Estado brasileiro em relação à segurança de barragens¹⁷⁴. Coloca também em evidência a conexão entre os riscos latentes das barragens (sobretudo das barragens à montante que são as mais perigosas e vulneráveis) e os respectivos territórios de suas instalações e seu entorno, face à exposição das

¹⁷³ Em 2017, o DNPM foi substituído pela Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme a Lei Federal nº 13.575/2017. A revisão da PNSB alterou o Art.5º, Inciso III, estabelecendo que a fiscalização cabe à entidade que regula e fiscaliza as atividades minerárias para fins de disposição de rejeitos, conforme a Lei Federal nº 14.066/2020.

¹⁷⁴ Ver Quadro 19 – Legislação relativa à Segurança de Barragens de Mineração.

populações residentes nesses locais. A omissão reiterada de ações do Estado, nesse campo, implicou a relativa ausência de instituições fiscalizadoras e gestoras fortes e robustas com capacidades para lidar com a crescente exploração dos recursos naturais, em especial os minerais que, como vimos no Capítulo II, avançaram a passos largos desde as últimas décadas do século findo.

A gênese dessa omissão pode ser iluminada a partir da análise de Draibe (1985), que destacou o modo genérico e compartimentado de regulação adotado pelo Estado brasileiro durante a fase de organização do Estado capitalista (1937 a 1980), cuja forma incorporou, crescentemente, “[...] aparelhos regulatórios e peculiaridades intervencionistas que estabeleceram um suporte ativo ao avanço da acumulação industrial” (Idem, p. 82). As consequências do modo genérico e fragmentado resultaram na omissão de regulações de algumas áreas de atividades, em especial a não regulação da segurança de barragens, em âmbito nacional, o que implicou grandes desafios a serem enfrentados, conforme frisou o Relatório de Segurança de Barragens da ANA, supramencionado, que apontou outros aspectos entre as dificuldades existentes, nos seguintes termos:

Os desafios não se restringem, no entanto, aos órgãos fiscalizadores. A implementação dos instrumentos da lei pelos empreendedores também demandará tempo e um grande esforço, em especial, para aqueles que não vinham adotando as boas práticas de gestão de segurança de barragens e são empreendedores de um número expressivo de barramentos. Esses terão que se adaptar às novas exigências e alguns, de atuação interestadual, como o DNOCS, poderão estar sujeitos a regulamentos de diferentes instituições, pois possuem barragens outorgadas pelos órgãos dos respectivos estados onde se localizam. Desse fato decorre a necessidade de cooperação entre instituições fiscalizadoras e o compartilhamento de experiências (ANA, 2013, p.13).

Face aos desafios, a primeira ação implementada pela ANA foi identificar as barragens existentes em âmbito nacional. Com essa decisão, teve início a implementação do objetivo de coligir informações para subsidiar os governos no gerenciamento da segurança de barragens. Para isso, foi realizado um levantamento remoto¹⁷⁵ por meio do “Mapeamento dos Espelhos d’Água do Brasil”, ao mesmo

¹⁷⁵ Durante o processo de elaboração da PNSB, de 2006 a 2008, foi feito um levantamento dos reservatórios existentes no Brasil pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), em cooperação com Ministério da Integração Nacional e apoio da Agência Nacional de Águas (ANA), utilizando imagens de sensoriamento remoto. O “Mapeamento dos Espelhos d’Água do Brasil” foi complementado por pesquisa de dados cartográficos e demais informações existentes. Em junho de 2011, o trabalho de associação dos espelhos a empreendimentos com barragens ainda estava em andamento e continha registrado o total de 22.880 espelhos d’água, sendo 6.896 classificados

tempo em que a ANA “[...] encaminhou um questionário aos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens para obter informações sobre o andamento da implementação da PNSB” (ANA, 2011, p. 12). Em 2013, existiam identificadas 13.529 barragens em cadastros dos órgãos fiscalizadores federais e estaduais, sendo 11.748 barragens de usos múltiplos, 1.261 para geração de energia hidrelétrica, **264 de rejeitos de mineração** e 256 de resíduos industriais.

Também foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), instituído pela PNSB e regulamentado pela Resolução CNRH 144/2012, com o objetivo de coletar, armazenar, tratar, gerir e disponibilizar para a sociedade as informações relacionadas à segurança de barragens em todo o território nacional.

Atualmente existem 26.169 (vinte e seis mil, cento e sessenta e nove) barragens cadastradas no SNISB, conforme o Paine Interativo disponível no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O cadastro é feito pelo empreendedor e as informações são disponibilizadas *on-line*, em tempo real. O processo de cadastramento ainda não foi concluído e nos dois primeiros meses deste ano (2024) foram cadastradas 243 barragens, conforme os dados do dia dessa consulta, em 28/02/2024.

O Quadro 23, a seguir, mostra o número de barragens, classificadas por categoria de risco e por categoria de dano potencial associado, cadastradas no SNISB, conforme os critérios de classificação de risco de barragens definidos pela PNSB. Atualmente, existem 8,6 mil barragens classificadas na Categoria de Risco (CRI) e 11,4 mil em risco por Dano Potencial Associado (DPA). A quantidade de barragens classificadas na categoria de risco e aquelas classificadas na categoria de dano potencial associado indicam a gravidade do problema em âmbito nacional. Desse modo, do total das barragens, 71% estão classificadas na categoria de risco alto e médio, e em relação ao dano potencial associado estão classificadas 45% do total. Depreende-se, portanto, que a redução do risco de barragens no Brasil é um grande desafio a transpor.

como reservatórios artificiais, portanto, decorrentes de barragens construídas pelo homem (ANA, 2013, p. 16).

Quadro 23 – Riscos de Dano Potencial Associado de Barragens no Brasil
Dados atualizados em 28/02/2024 DADOS

Tipos	Categoria de Risco (CRI)	%	Dano Potencial Associado (DPA)	%
ALTO	2,8	33%	3,9	34%
MÉDIO	3,3	38%	1,3	11%
BAIXO	2,5	29%	6,2	54%
Subtotal	8,6	100%	11,4	100%
Não classificados	15,9		14,8	
Não se aplica	1,7		-	
Subtotal	17,6		14,8	
Total	26,2		26,2	

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2024 (Quadro elaborado pela autora).

Em relação às barragens de mineração, elas seguem o mesmo rito de cadastramento das demais barragens. Nesse sentido, os empreendedores devem registrá-las no Cadastro de Barragens por meio do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM), que é monitorado pela Agência Nacional de Mineração (ANM) desde 2019. A partir de novembro de 2021, os dados têm sido disponibilizados mensalmente por meio do Boletim de Barragens de Mineração.

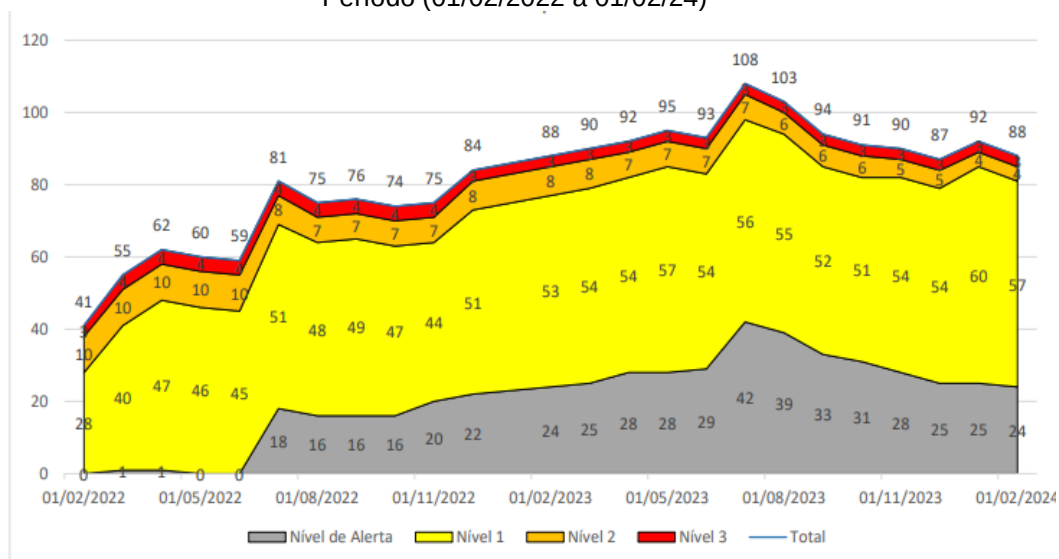
O Boletim de janeiro/2024 informa que, “no dia 01/02/2024, havia 928 barragens de mineração cadastradas no SIGBM, das quais 467 estavam enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB” (ANM, 2024, p. 1)¹⁷⁶. É importante notar a diferença da quantidade de barragens de rejeitos de mineração cadastradas no SIGBM. Em 2011, eram apenas 264 barragens, agora elas são 928, sendo que 467 estão enquadradas na PNSB. O boletim informa ainda que existiam, em 01/02/24, 88 barragens em situação de alerta ou emergência declarada, informa também a lista das barragens, o nome do empreendedor e o município/UF.

O Gráfico 9, a seguir, apresenta a evolução do número de barragens que estão em nível de emergência nos últimos 24 meses. A emergência é definida pelos critérios de comprometimento de segurança da estrutura física. O nível 1 ocorre quando se detecta anomalia com pontuação máxima de 10 (dez) pontos em qualquer uma das

¹⁷⁶ ANM. Boletim de Barragens de Mineração - Janeiro/2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/boletim-de-barragens-de-mineracao/boletim-mensal-janeiro-2024>.

colunas da Matriz de Classificação da Categoria de Risco. O nível 2 acontece quando o resultado das ações adotadas para sanar a referida anomalia não for controlado. O nível 3 ocorre quando a ruptura é iminente ou está acontecendo.

Gráfico 9 – Evolução do número de Barragens em Nível de Emergência
Período (01/02/2022 a 01/02/24)



Fonte: ANM, 2024, p. 6.

Os dados acima mostram que, nos últimos 24 meses, dobrou a quantidade de barragens de rejeitos de mineração em condição de alerta e emergência. Em primeiro de fevereiro de 2022, havia 41 barragens e, dois anos depois, esse número saltou para 88 barragens, sendo que, em meados de 2023, atingiu o patamar de 108. Esses dados tornam-se ainda mais relevantes ao se constatar o baixo número de novas barragens cadastradas, pois, em 28/02/2022, havia 907 barragens cadastradas, das quais 454 estavam enquadradas na PNSB (ANM, 2022, p. 2), atualmente são 928 e 467, respectivamente.

As informações atualizadas e disponibilizadas mostram uma evolução positiva da implantação dos instrumentos da política pública de segurança de barragens, seja pela implementação do sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado, seja pela criação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). É importante ressaltar, entretanto, que é o empreendedor quem fornece as informações para o cadastro e, no caso Samarco, constatou-se a omissão de informações relevantes ao órgão fiscalizador sobre o

estado crítico da barragem de Fundão, além da apresentação de declaração de estabilidade falsa, conforme visto no Capítulo III.

A implementação dos referidos instrumentos permitiu coligir as informações sobre o agravamento do risco de barragens. Porém, ainda não evoluiu em relação ao primeiro objetivo da Lei nº 12.334/2010, que é garantir a observância dos padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências em todo o território nacional. A baixa efetividade da ação pública nessa área de atividades instiga a busca dos fatores determinantes do desempenho das instituições responsáveis, visando o cumprimento das diretrizes estabelecidas pelo marco regulatório de 2010. Ademais, outro aspecto a ser considerado refere-se à definição das responsabilidades do empreendedor e às atribuições dos órgãos fiscalizadores.

Segundo Neves (2018, p. 10), antes da instituição da PNSB não havia definição explícita das responsabilidades com relação à segurança das barragens em âmbito nacional. Os órgãos ambientais respondiam pelo licenciamento e lidavam isoladamente com os problemas de acidentes e desastres de barragens. Em âmbito estadual, havia algumas iniciativas e avanços importantes, sobretudo, no Estado de Minas Gerais onde estão concentradas as maiores áreas minerárias do Brasil.

A Lei nº 12.334/2010, no entanto, no artigo 4º, inciso III, definiu que a responsabilidade primária pela segurança da barragem é do empreendedor – agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. Portanto, é o empreendedor que tem o dever de manter a barragem em condições adequadas, bem como cumprir as normas e regulamentos impostos pelo órgão fiscalizador. Nesse sentido, o artigo 17, da referida Lei define as obrigações do empreendedor, dentre as quais destacam-se: a) prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem; b) organizar e manter as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem; c) informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa comprometer a sua segurança; d) elaborar e manter atualizado o Plano de Segurança da Barragem (PSB) e o Plano de Ação Emergencial (PAE); e) manter serviço especializado em segurança de barragem

e realizar as inspeções cabíveis; f) cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB.

Apesar da regulamentação estabelecida a partir da PNSB, o agravamento dos riscos das barragens de mineração evidencia que o problema ainda persiste. O caso Samarco é elucidativo em relação a essa questão, pois, o empreendedor não obedeceu efetivamente às regulamentações normatizadas para a gestão da barragem de Fundão, o que resultou no seu colapso em 05/11/2015.

A responsabilização legal do empreendedor pela segurança da barragem implica considerar que a desobediência à regulamentação sugere a definição de sanções às infrações cometidas, isto é, ações coercitivas que inibam o comportamento indisciplinar e infrator do empreendedor e a obrigação de reparação dos danos causados em caso de incidentes, acidentes e desastres. Apesar da importância desse dispositivo, ele não constava na Lei nº 12.334/2010. A extensão e a magnitude do desastre da barragem de Fundão acenderam um alerta em torno desse aspecto. Inúmeras controvérsias surgiram sobre o assunto devido aos múltiplos e complexos impactos causados, que resultaram em perdas de vidas humanas e grandes prejuízos de diversas ordens os quais se refletiram em custos indenizatórios e, em muitos casos, não foram reconhecidos pelas empresas Samarco/Vale/BHP do Brasil Ltda., responsáveis pelo desastre.

Tal debate desembocou no processo de revisão da Lei nº 12.334/2010, e resultou na promulgação da Lei Federal nº 14.066/2020, de 30/09/2020. O Art. 4º, Inciso III, dessa lei estabeleceu que “[...] a responsabilidade legal (é) do empreendedor pela segurança da barragem, pelos danos decorrentes de seu rompimento, vazamento ou mau funcionamento e, independentemente da existência de culpa, pela reparação desses danos”. Além disso, a lei incluiu um capítulo inteiro, complementando o art. 17 da Lei nº 12.334/2010 e definindo as obrigações do empreendedor. O novo capítulo da lei, denominado “Das Infrações e das Sanções V-A”, especificou as autoridades competentes para lavrar o auto de infração e instaurar processo administrativo, os tipos possíveis de penalidade e de multas a serem aplicadas, bem como fez alterações em outras legislações concernentes à mineração, como o Código de Mineração. Contudo, vale ressaltar que ainda permanecem grandes as dificuldades na implementação desses dispositivos, haja vista as batalhas judiciais travadas nos tribunais, no caso Samarco e outras corporações mineradoras.

Depreende-se, então, que a responsabilidade do empreendedor ainda é um enorme desafio a conquistar para a redução dos riscos de barragem de mineração.

De forma geral, o que a Lei nº 12.334/2010 estabeleceu foi uma clara atribuição de responsabilidades específicas para os agentes fiscalizadores, considerando suas áreas de atuação e expertise. A aplicação de uma lei única para barragens com usos tão diversos é, de fato, um desafio para os órgãos fiscalizadores, os quais possuem também responsabilidades por importantes regulamentações complementares. Ademais, para garantir a segurança e a eficiência dessas estruturas, é de fundamental importância que os órgãos fiscalizadores tenham pessoal com expertise técnica em suas respectivas áreas, além dos recursos financeiros e operacionais necessários ao exercício funcional.

Por outro lado, as ações de licenciamento e fiscalização ambiental, inclusive das atividades minerárias, têm sido regulamentadas pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938, desde 1981. O art. 6º dessa lei criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios, dos Municípios e das fundações instituídas pelo Poder Público, ligadas às atividades ambientais como responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Os incisos V e VI, do Art.6º, definiram as responsabilidades dos entes estaduais e municipais, respectivamente¹⁷⁷. No caso dos estados federados, compete aos órgãos ou entidades estaduais a responsabilidade pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental e, no caso dos municípios, compete aos órgãos ou entidades municipais, a responsabilidade pelo controle e fiscalização dessas atividades nas suas respectivas jurisdições.

A Constituição Federal de 1988 havia estabelecido, no artigo 23, parágrafo único, “que a lei complementar fixará normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios”, relativas às competências comuns destes entes. No entanto, somente em 2011, foi publicada a Lei Complementar nº 140, que fixou normas para o referido art. 23 da CF/1988, os incisos III (proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico artístico e cultural, os

¹⁷⁷ Estes dois incisos contêm redação dada pela Lei nº 7.804, de 18/7/1989.

monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos), VI (proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas) e VII (preservar as florestas, a fauna e a flora). Além disso, a referida lei complementar (LC 140/2011) mudou a redação do artigo 6º da lei de 1981, redefinindo as atribuições de órgãos constitutivos do SISNAMA. Desse modo, por meio do art. 7º, redefiniu as ações administrativas pertinentes à União, e os artigos 8º e 9º redefiniram as atribuições administrativas para os Estados, Municípios e Distrito Federal, respectivamente. O Quadro 24 mostra a distribuição das competências dos entes federativos, conforme definidos na Lei Complementar nº 140/2011.

Quadro 24 – Competência dos entes federativos em licenciamento ambiental à luz da Lei Complementar nº 140 de 2011

União	Estados	Municípios
LC 140, Arts. 7º	LC 140, Arts. 8º	LC 140, Art.9º
XIII – Exercer o controle e fiscalizar as atividades e empreendimentos cuja atribuição para licenciar ou autorizar, ambientalmente, for cometida à União;	XIII – Exercer o controle e fiscalizar as atividades e empreendimento cuja atribuição para licenciar ou autorizar, ambientalmente, for cometida aos Estados.	XIII – Exercer o controle e fiscalizar as atividades e empreendimento cuja atribuição para licenciar ou autorizar, ambientalmente, for cometida ao Município.
XIV – Promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades: a) localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; b) localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva; c) localizados ou desenvolvidos em terras indígenas; d) localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs); e) localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais Estados; [...] Parágrafo único. O licenciamento dos empreendimentos cuja localização compreenda concomitantemente áreas das faixas terrestre e marítima da zona costeira será de atribuição da União	XIV – Promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimento utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, ressalvado o disposto nos Arts. 7º e 9º. XV – Promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimento localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pelo Estado, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs).	XIV – Observadas as atribuições dos demais entes federativos previstos nesta lei complementar, promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos: 5) que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou b) Localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

exclusivamente nos casos previstos em tipologia estabelecida por ato do Poder Executivo, a partir de proposição da Comissão Tripartite Nacional, assegurada a participação de um membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade ou empreendimento		

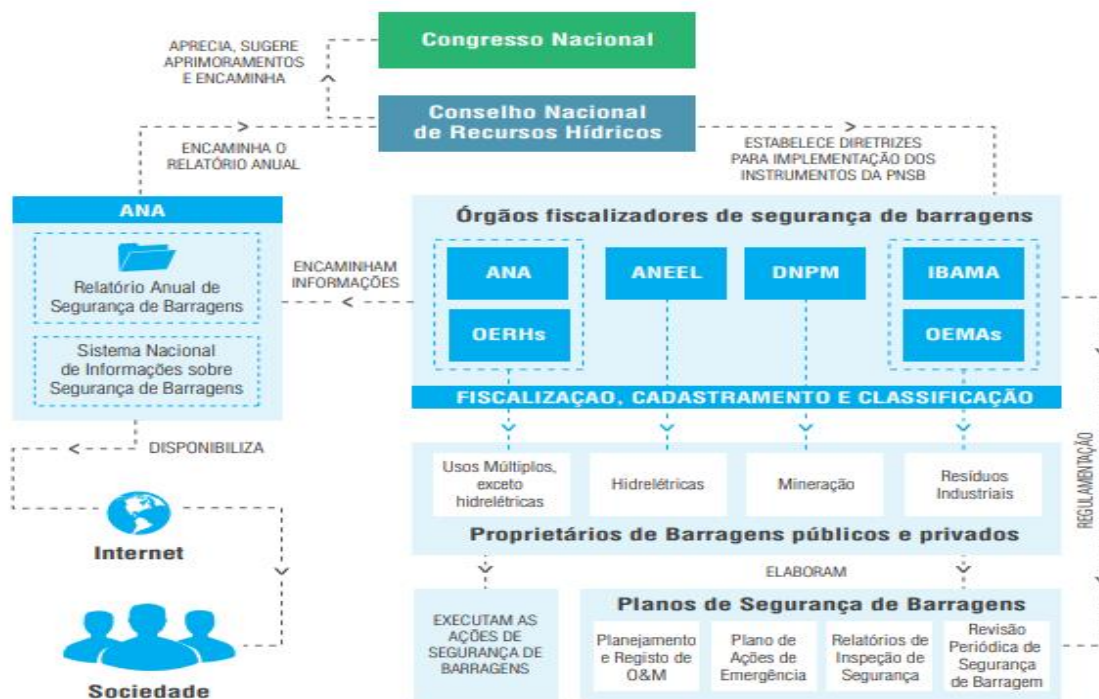
Fonte: Silva 2021, p. 225, elaboração com base na LC nº 140/2011.

Conforme se depreende do Quadro 24, acima, as competências fixadas pela LC nº 140/2011, quando o assunto trata do licenciamento ambiental, são atribuídas aos seguintes órgãos: IBAMA, no âmbito federal, e aos órgãos ambientais estaduais, destacando-se, no caso da mineração, a atuação predominante dos órgãos estaduais naquilo que não seja específico da União. Assim, a competência da União, portanto do IBAMA, foi reduzida a partir da vigência da Lei Complementar 140/2011 (Silva 2021, p. 226).

No caso da barragem de Fundão, de acordo com art. 6º, incisos V e VI da Lei nº 6.938/1981 (PNMA), e, posteriormente, com art. 8º, incisos XIV e XV da Lei Complementar nº 140/2011, coube aos órgãos ambientais do Estado de Minas Gerais a responsabilidade pelo licenciamento e fiscalização da barragem. Concretamente, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) coordena as instituições responsáveis pelas atividades de licenciamento e fiscalização ambiental em Minas Gerais

A divisão das atribuições entre os órgãos federais, estaduais e municipais é mostrada por meio do arranjo institucional constante da Figura 54, abaixo.

Figura 54 – Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens



Fonte: Relatório de Segurança de Barragens-2011 (ANA, 2013, p. 20).

De acordo com arranjo institucional da PNSB (Figura 55), no topo do organograma de responsáveis estabelecidos pela PNSB está o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Esse Conselho tem por atribuição zelar e estabelecer diretrizes para implementação da PNSB, fazer a aplicação de seus instrumentos e fazer funcionar o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), bem como receber, apreciar e enviar ao Congresso Nacional o Relatório de Segurança de Barragens, elaborado anualmente pelos órgãos fiscalizadores sob a coordenação da ANA. No que concerne à fiscalização, a PNSB definiu os diversos agentes, ANA, ANEEL, DNPM, IBAMA, OERH's¹⁷⁸ e OEMA's¹⁷⁹, e estabeleceu suas respectivas funções: fiscalização, cadastramento e classificação das barragens sob sua jurisdição. O Relatório de Segurança de Barragem-2011 destacou que “[...] o instrumento de classificação de barragens por categoria de risco e de dano potencial associado constitui a base para a análise de segurança da barragem e para fixar níveis apropriados de monitoramento, inspeção e planos de segurança” (RSB-2011, ANA, 2013, p. 21).

¹⁷⁸ OERH: Órgão Estadual de Recursos Hídricos.

¹⁷⁹ OEMA: Órgão Estadual de Meio Ambiente.

4.3 ÓRGÃOS FISCALIZADORES DE SEGURANÇA DE BARRAGEM DE MINERAÇÃO

A – Departamento Nacional de Produção Mineral

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). Criado em 1934, pelo Decreto nº 23.979, o órgão foi transformado em autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da Lei nº 8.876/1997. Atuou como principal órgão de concessão de autorização para exploração dos recursos minerais e fiscalização da mineração no Brasil ao longo de 83 anos (1934 a 2017). Portanto, o DNPM foi responsável por todo o processo relativo às operações da mina da Alegria, localizada no complexo minerário da Samarco Mineração S/A, em Mariana-MG, antes da criação da Agência Nacional de Mineração (ANM).

Durante sua existência, o DNPM tinha como objetivo promover o planejamento e o fomento da exploração e aproveitamento dos recursos minerais no Brasil. Suas atribuições incluíam supervisionar pesquisas geológicas, minerais e tecnológicas, além de controlar e fiscalizar as atividades de mineração em todo o território nacional. Esse órgão também era responsável por conceder títulos minerários para exploração e aproveitamento de recursos minerais, bem como emitir outros atos relacionados à legislação minerária. Com o advento da Lei nº 12.334/2010, coube ao DNPM o papel de órgão fiscalizador da segurança das barragens de rejeitos de mineração cujas atribuições visavam garantir a observância dos padrões de segurança dessas estruturas de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências.

A situação do DNPM é ilustrativa quanto aos limites normativos, institucionais e operacionais para atuar na segurança de barragens de mineração antes da promulgação da PNSB/2010. Embora o órgão fosse responsável pela fiscalização dos empreendimentos minerários desde 1934, sua atuação era limitada em relação às barragens pela falta de legislação específica, como destacou o TCU (2016):

Anteriormente ao advento desse normativo, a atuação do DNPM relativamente à segurança de barragens de rejeitos encontrava guardada na atividade geral de fiscalização da atividade de lavra, a cargo daquela Autarquia. À época, o principal referencial normativo eram as NRM 19, as

quais, no entanto, restringiam-se a estabelecer comandos gerais aos empreendedores, sem adentrar em procedimentos e instrumentos específicos voltados à gestão da segurança (TCU, 2016, p. 5-6).

Agrega-se à ausência de um marco normativo relativo à segurança de barragens até o início do século 21, a morosidade em relação à regulamentação dos artigos da Lei nº 12.334/2010 que não eram autoaplicáveis¹⁸⁰. Somente a partir de 2012, foram publicadas as normativas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos: Resolução CNRH nº 143/2012 que estabeleceu os parâmetros de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e volume; e Resolução CNRH nº 144/2012 que definiu as diretrizes para implementação da PNSB, a aplicação de seus instrumentos e a atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Em seguida, a Portaria DNPM nº 416/2012, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, dispôs sobre o Plano de Segurança, a Revisão Periódica de Segurança e as Inspeções Regulares e Especiais. Em 2013, a Portaria DNPM nº 526 detalhou o Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM).

Após o rompimento da barragem de Fundão, em 2015, o processo de regulamentação da PNSB ganhou novos contornos. A gravidade do desastre e as contestações ensejadas tornaram o fato importante para capturar a atenção dos atores centrais responsáveis pela área de atividades de segurança de barragens. Ademais, vale frisar que, apesar da vigência da PNSB, os desastres e rompimentos continuaram a acontecer. Destacam-se o rompimento da Barragem B1, na Mina Retiro do Sapecado, município de Itabirito (MG), em 2014, sob a responsabilidade da empresa Herculano Mineração Ltda. Em 2015, no município de Mariana (MG), houve o rompimento da barragem de Fundão. Logo após, em 2019, no município de Brumadinho (MG), houve o rompimento da Barragem 1, na Mina Córrego do Feijão, sob a responsabilidade da empresa Vale S.A.

O caso Samarco chamou a atenção para o problema da ineficácia da PNSB,

¹⁸⁰ Distinção dos termos “regulação” e “regulamentação”. Enquanto “regulação” refere-se ao ato de se restringir uma ação de determinado agente, a “regulamentação” compreende uma das maneiras de se efetuar essa restrição. Nesse sentido, de acordo com Souto (2011, p. 97, *apud* Lima, *et al.*, 2014, p. 3), “[...] a regulação não se confunde com a regulamentação privativa do Chefe do Poder Executivo; primeiro, porque a regulação não se limita à produção de normas (...); depois, porque é técnica e não política e deve ser destinada a uma coletividade e não à sociedade em geral. Mais importante, é fruto de uma decisão colegiada que pondera entre os vários interesses em jogo (e não apenas à luz de uma orientação política majoritária).

mas não gerou ações imediatas no sentido de criar instrumentos ou regulações relativas à segurança de barragens de rejeitos de mineração. Na verdade, tal fato acelerou o processo de mudança institucional que se arrastava no Poder Legislativo. A atuação deficiente do DNPM era uma situação crônica, cujos problemas vinham sendo identificados em auditorias realizadas pelo Tribunal de Contas da União desde 2010, e apontava ausência de estrutura e de recursos humanos e orçamentários que afetavam significativamente a capacidade operacional da autarquia (TCU, 2018, p.48).

Embora o objeto desta pesquisa esteja centrado nos antecedentes do rompimento da barragem de Fundão, as mudanças normativas, institucionais e operacionais que ocorreram após o desastre ajudam a iluminar a compreensão sobre as omissões, em termos de regulamentação e mesmo de dispositivos da Lei nº 12.334/2010, bem como a fragilidade institucional do DNPM devido à insuficiente capacidade orçamentária, financeira e de recursos humanos qualificados para operar suas competências a contento¹⁸¹.

Com efeito, por meio da Medida Provisória 791, de 25/07/2017, foi criada a Agência Nacional de Mineração (ANM), que estabeleceu novas competências regulatórias e fiscalizatórias atinentes ao setor minerário. Posteriormente, a Lei Federal nº 13.575, de 26/12/2017, instituiu a ANM e extinguiu o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)¹⁸². Com a extinção do órgão, o acervo técnico, documental e patrimonial do DNPM foi transferido à ANM, que também se tornou sucessora das suas obrigações, direitos e receitas, conforme art. 32 da Lei nº 13.575/2017. Todavia, a instalação da Agência ocorreu apenas em 5/12/2018, com a entrada em vigor do Decreto nº 9.587/2018 (art. 8º), que a instalou e aprovou sua estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão. Entre a criação e a instalação, a ANM manteve a estrutura regimental e organizacional do DNPM, nos termos dos arts. 36 e 37, da Lei nº 13.575/2017.

Durante o período de transição do DNPM para a ANM, foi publicada a Portaria ANM nº 70.389/2017, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e o

¹⁸¹ Sobre esses aspectos ver: TCU. Relatório de acompanhamento da estruturação da Agência Nacional de Mineração. Fase 1. TC 022.781/2018-8, 2018, 46 p.

¹⁸² Vale notar o caráter tardio de criação da agência reguladora de mineração, no Brasil. Isto porque, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criada em dezembro de 1996; a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), em julho de 1997; e a Agência Nacional do Petróleo (ANP), em agosto de 1997; e, na sequência, foram criadas as demais agências reguladoras. Após duas décadas, em 2017, foi criada a Agência Nacional de Mineração (ANM).

Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração. Além disso, definiu a periodicidade de execução ou atualização do cadastro, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo, o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração. Posteriormente, em 2019, foi publicada a Resolução ANM nº 13, que estabeleceu medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método a montante ou por método declarado como desconhecido.

Face às lacunas e omissões contidas na Lei Federal nº 12.334/2010, foi feita uma revisão do marco regulatório da política de segurança de barragens que efetivou cerca de 150 mudanças no texto original da PNSB, instituída em 2010, as quais foram consubstanciadas na Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020¹⁸³. Tais mudanças legais desencadearam o processo de revisão que definiu as medidas regulatórias aplicáveis às barragens de mineração, por meio da Resolução ANM nº 95, de 07 de fevereiro de 2022, alterada, posteriormente, pela Resolução ANM nº 130, de 24/02/2023.

No âmbito subnacional também ocorreram revisões normativas. Em Minas Gerais, um projeto de Lei de Iniciativa Popular, o PL nº 3.695/2016, contendo 56 mil assinaturas, deu origem à Lei Estadual nº 23.291/2019, que ficou conhecida como “Mar de Lama Nunca Mais”. Desse modo, mudou a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB), estabelecida pela Lei Estadual nº 15.056/2004¹⁸⁴. Também foram modificadas as normas relativas ao licenciamento ambiental e à fiscalização de barragens emitidas pelos órgãos estaduais ambientais de Minas Gerais. A Portaria FEAM nº 699, de 07/06/2023, criou o Programa de Gestão de Barragens, com a finalidade de formalizar procedimentos a serem adotados pelos empreendedores, visando garantir o cumprimento das disposições da Lei nº 12.334/2010 e da Lei Estadual nº 23.291/2019.

¹⁸³ Destaca-se que a regulamentação da segurança de barragens e a criação da ANM ocorreu no contexto pós-reformas neoliberais, nos anos de 1990 no Brasil, que alteraram o papel do Estado na economia, conforme visto no Capítulo II.

¹⁸⁴ Sobre a política de Segurança de Barragem de MG, ver Capítulo III, item 3.2.2, desta tese.

B – Órgãos ambientais estaduais responsáveis pelo licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários e respectivas barragens

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938/1981, foi regulamentada pelo Decreto nº 99.274/1990 e definiu as competências para expedição e controle das licenças prévia, de instalação e de operação dos empreendimentos que tenham impactos ambientais. O Quadro 25 contém uma síntese das atribuições institucionais com relação à mineração e ao meio ambiente.

Quadro 25 – Distribuição das atribuições governamentais em relação à proteção ambiental e planejamento da mineração

Atividade de Mineração	Poder Municipal	Poder Estadual	Poder Federal
Requerimento de concessão de licença	Leis de uso e ocupação do solo	Licença ambiental por legislação federal	Deferimento ou indeferimento
Pesquisa Mineral	Leis de uso e ocupação do solo	Licença ambiental por legislação federal	Acompanhamento, aprovação, negação
Lavra Mineral	Alvará de funcionamento	Análise do EIA/RIMA e Licença Ambiental por legislação federal	Acompanhamento e fiscalização
Recuperação da área Minerada	Definição do futuro do uso do solo	Futuro do solo criado Licença ambiental por legislação federal	

Fonte: Dantas e Freitas, 2018, p. 1.559.

C – Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) de Minas Gerais

A política de meio ambiente em Minas Gerais teve origem nos anos 70 com a criação de órgãos voltados para formulação de programas estaduais de pesquisa tecnológica e de proteção do meio ambiente. Entre essas iniciativas, está a criação, em 1977, da Comissão de Política Ambiental, como órgão colegiado integrante do Sistema Operacional de Ciência e Tecnologia. Um dos traços da atuação em Minas Gerais, com relação às questões ambientais, é a independência programática das três principais agendas ambientais: Agenda Azul (recursos hídricos), Agenda Marrom (recursos minerais) e Agenda Verde (recursos florestais e biodiversidade). Posteriormente, em 2003, várias leis estaduais promoveram mudanças significativas

nos órgãos ambientais de Minas Gerais, isto é, nas estruturas da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), do Instituto Estadual de Florestas (IEF) e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Tais mudanças incluíram a desconcentração do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) por meio da criação de sete Unidades Regionais Colegiadas. Com isso, objetivou-se integrar procedimentos relacionados à regularização ambiental e melhorar a eficiência nas atividades de licenciamento e fiscalização. O Decreto Estadual nº 43.278, de 22/04/2003, regulamentou as referidas mudanças. Além disso, foram publicadas resoluções que estabeleceram parâmetros para a articulação entre licenças ambientais, autorizações para exploração florestal e outorgas de uso de recursos hídricos, bem como autorizações ambientais de funcionamento (Carvalho; Lott; Grego, 2009, p. 12-15).

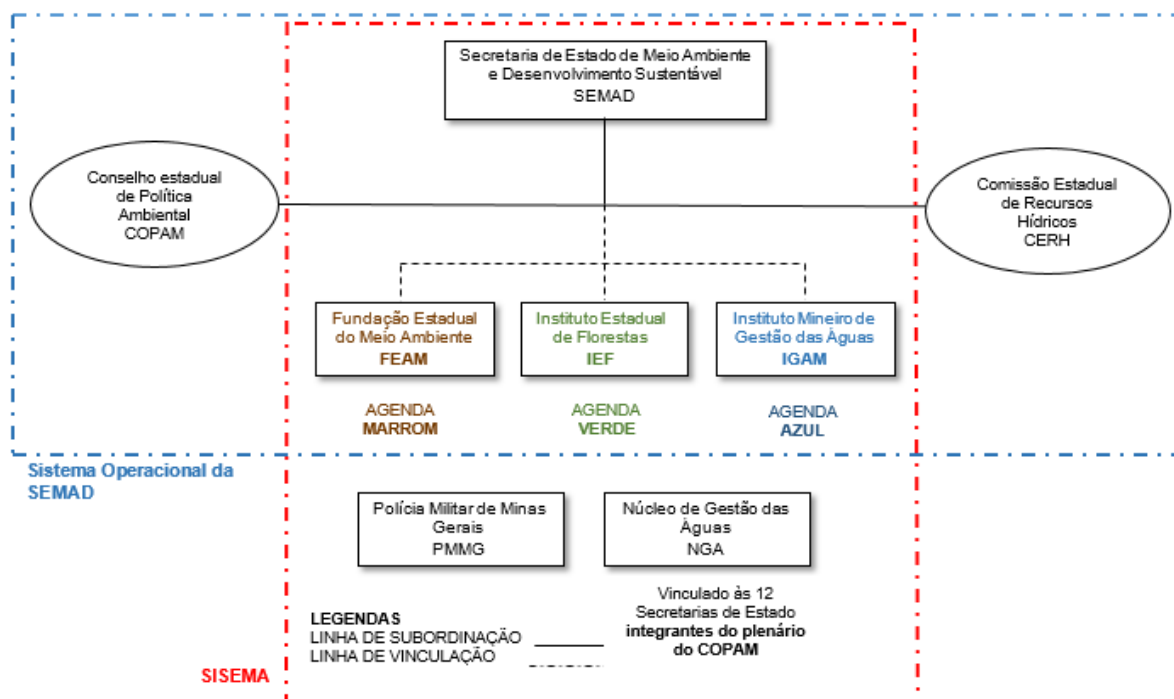
Em 2004, a Deliberação Normativa do COPAM nº 74 estabeleceu critérios para classificação de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente, considerando porte e potencial poluidor. Essa normativa também tratou da indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e licenciamento ambiental. O Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) foi legalmente instituído pela Lei Estadual Delegada nº 125, de 2007, com o objetivo de regionalizar as medidas do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). O SISEMA coordena órgãos como a SEMAD, FEAM, IGAM, IEF, Núcleos de Gestão Ambiental (NGA's) das Secretarias de Estado de Minas Gerais, Polícia Ambiental de Minas Gerais, Comitê de Fiscalização Ambiental Integrada (CGFAI) e Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's) (Carvalho; Lott; Grego, 2009, p.12-15).

Vale destacar que o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) tem a função de traçar diretrizes visando ao desenvolvimento socioeconômico do estado de Minas Gerais aliado à proteção e conservação ambiental. É o órgão responsável pela autorização para instalação e operação de atividades potencialmente poluidoras, mediante apoio e assessoramento técnico das Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAM'S), que são administrativamente subordinadas à SEMAD e tecnicamente à FEAM (Silva, 2021, p. 234). O COPAM tem atuação relevante no licenciamento ambiental de Minas Gerais, sendo responsável pelas principais deliberações normativas relativas a essa matéria, dentre elas a Deliberação Normativa

COPAM nº 62/2002, que foi o primeiro marco na legislação estadual sobre sistema de classificação de barragens, conforme destacado no Quadro 19 do item 1.

Esse conjunto de órgãos/entidades integram, conforme mencionado, o Sistema Estadual de Meio Ambiente (Sisema), instituído pela Lei Estadual Delegada nº 125/2007. Esse sistema tem por finalidade regionalizar as medidas emanadas do Sisnama por meio da articulação coordenada do órgão e das entidades que o integram, quais sejam: Semad; Feam; Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); Instituto Estadual de Florestas (IEF); Núcleos de Gestão Ambiental (NGAs) das Secretarias de Estado de Minas Gerais e integrantes do COPAM; Polícia Ambiental de Minas Gerais, o Comitê de Fiscalização Ambiental Integrada (CGFAI) e os Comitês de bacias Hidrográficas (CBHs). A Figura 55 mostra o organograma que demonstra o desenho institucional dos vínculos das referidas entidades.

Figura 55 – Sistema Operacional da SEMAD e SISEMA



Fonte: Carvalho, Loft e Grego, 2009, p. 14.

4.4 INTERFACES ENTRE A POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E A POLÍTICA MINERAL BRASILEIRA

A política de segurança de barragens faz interfaces com outras políticas públicas, em especial, com a política mineral e a política ambiental, cujas especificidades normativas, institucionais e operacionais foram instituídas muito antes da PNSB. No entanto, a partir das últimas décadas do século 20, a estratégia de exploração mineral em grande escala, sobretudo de ferro, agravou sobremaneira os riscos contidos nessa atividade econômica, como foi detalhado no Capítulo III. Ao aumentar a escala de exploração em volume e em intensidade, os efeitos imediatos dessa estratégia expansiva se fizeram sentir nos ativos mais vulneráveis da indústria mineral, que são os repositórios de rejeitos minerais, normalmente constituídos por grandes barramentos para conter o volume de rejeitos produzidos na mesma velocidade com que a exploração e a extração do minério são feitas.

Embora a mineração seja uma atividade arriscada, no Brasil, ela foi regulada de modo genérico e fragmentado de forma a viabilizar os fluxos econômicos fundamentais ao desenvolvimento industrial nacional. Conforme visto no Capítulo II, esse traço produziu ambiguidades, com raízes assentadas na correlação de forças políticas e pactos constituídos pelos interesses que conformaram o processo de industrialização brasileiro (Draibe, 1985). As estratégias desenvolvimentistas foram viabilizadas através de uma ampla e complexa institucionalidade estatal, conformada por extensas burocracias econômicas que atuaram como produtoras e coordenadoras dos grandes blocos de investimentos e principais agentes de centralização financeira (Fiori, 1993).

A produção significativa de minério de ferro no Brasil só se efetuiu a partir de meados do século 20. Foi durante a Segunda Guerra Mundial que a mineração do ferro ganhou contornos consistentes para executar a atividade de extração, produção e exportação de ferro pelo Brasil. Naquele contexto, o principal objetivo dos Estados Unidos e da Grã-Bretanha era obter o ferro brasileiro para enfrentar a guerra em curso e, no caso do Brasil, obter recursos financeiros e técnicos com o fim de constituir uma indústria siderúrgica nacional para dar suporte ao desenvolvimento industrial do país

que se almejava naquele momento. Por meio dos Acordos de Washington¹⁸⁵, foi solucionado um velho impasse político relativo à exploração do minério de ferro brasileiro. Aliás, desde a República Velha, o problema tinha determinações de várias ordens que acabavam confluindo na vinculação estabelecida, pelos brasileiros, entre a exploração do ferro e a instalação da grande siderurgia (Zorzal, 2004)¹⁸⁶. Com os referidos acordos, consumou-se a decisão da construção da Usina de Volta Redonda, em 1941, e foram estabelecidas as bases para a organização de uma companhia para exploração e exportação de minério de ferro brasileiro que deu origem à Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) criada em 1942.

Foi, portanto, no contexto da guerra e do pós-guerra que se viabilizou uma estratégia que permitiu criar e agilizar instrumentos de intervenção estatal, por meio da criação de entidades autônomas (empresas estatais), sem enfrentar a tarefa de racionalizar e modernizar a administração direta. Essa estratégia consolidou um padrão básico de intervenção que caracterizou o período dos anos 1930 até 1980. Desse modo, as exigências oriundas da industrialização retardatária, que se efetivou via substituição de importações, mormente a partir de meados dos anos 50, queimou etapas de modo acelerado e produziu como resultante um aparato institucional dual caracterizado pela persistente tensão entre “permanência e mudança” que moldou a constituição do Estado desenvolvimentista, como analisado por Zorzal (2004, p. 183-191).

Destaca-se a complexidade do processo de industrialização que produziu mudanças na gestão pública em virtude das demandas crescentes que diversificaram as funções do Estado. Emergiu, assim, a necessidade de criar mecanismos para administrar as novas funções incorporadas, ao mesmo tempo em que se realizou ajustes nas atribuições entre os diferentes níveis de governo, resultantes da constituição simultânea do Estado Nacional (Zorzal, 2004, p. 187).

A constituição simultânea de mecanismos e instrumentos para governar e

¹⁸⁵ Os Acordos de Washington incluíram seis acordos pelos quais ficaram à disposição do Brasil cerca de US\$ 280.000.000,00. O Acordo Básico teve por objetivos a encampação e melhoria da Estrada de Ferro Vitória-Minas; a exploração das minas de Itabira por uma companhia brasileira; o financiamento pelo *Export-Import Bank of Washington* para remodelar e concluir a construção da estrada de ferro; e a venda de minério de ferro ao Governo Britânico e à *Metals Reserve Company*, órgão do Governo norte-americano (Zorzal, 2004, p. 141).

¹⁸⁶ Sobre os impasses políticos e a institucionalização da CVRD, ver Zorzal (2004, p. 120 a 179).

reordenar as funções incorporadas pelo Estado referem-se:

[...] à necessidade e possibilidade de edificação de um sistema adequado de controle e regulação ordenadora sobre uma máquina estatal que se desenvolve aceleradamente, incorporando funções e criando novos organismos sob diversas formas jurídicas e dotados de elevados graus de autonomia (Prado, 1994 *apud* Zorzal, 2004, p. 187).

De tal modo, a partir do final da década de 1930, foi instituído um conjunto complexo de mecanismos estatais fragmentados, considerados incapazes de disciplinar e ordenar a ação estatal de forma a criar uma consistente estratégia de desenvolvimento. Sobre esse aspecto, Trebat (1983) argumentou que a atividade de controle sobre as empresas públicas, no Brasil, realiza-se, sobretudo, por meio da supervisão ministerial, cujas fraquezas resultam num pobre controle público do setor produtivo estatal, causando, ora negligência sobre os amplos objetivos sociais das empresas públicas, ora um excessivo controle que as impede de atender às suas próprias metas de negócios. Sublinha o autor que, não obstante à precariedade desse sistema, os mecanismos de controle e regulação não se restringiam apenas a esse sistema. Assim, no Brasil, “o governo fala por muitas vozes”, ou seja, o país possui um complexo conjunto de controles que tem por resultado a fragmentação da autoridade e cujos reflexos podem ser observados na falta de coordenação ordenada das metas e decisões políticas. Desse modo, frequentemente as decisões para as empresas estatais “acabam produzindo dissintonias do ponto de vista do controle, regulação e coordenação das suas atividades” (Trebat, 1983, *apud* Zorzal, 2004, p. 189).

Tais características da forma do Estado brasileiro, constituídas a partir da Era Vargas, demarcaram o legado histórico da mineração de ferro. Além disso, na década de 1970, as mudanças decorrentes da conjuntura crítica das economias centrais do mundo capitalista colocaram em pauta a redução do papel do Estado no âmbito da ação econômica. Como resultante, no final dos anos 1980, iniciou o processo de profundas mudanças estruturais e de reformas, decorrentes das demandas do capitalismo contemporâneo globalizado, cujos reflexos na política mineral brasileira foram detalhados no Capítulo II. As mudanças estruturais daquele período estabeleceram nova configuração político-institucional, influenciando os antecedentes do rompimento da barragem de Fundão.

A – Dispositivos constitucionais em relação aos recursos minerais

A Constituição Federal, de 1988, no artigo 22, inciso XII, atribui à União competência exclusiva para legislar sobre recursos minerais, que são bens da União, inclusive os do subsolo, conforme art. 20, inciso IX. A definição constitucional não deixa margem de dúvidas quanto à propriedade da União sobre os recursos minerais. Tais definições visam assegurar a soberania interna do Estado e o direito pertencente à coletividade dos cidadãos. Aliás, o controle do Estado brasileiro sobre os recursos minerais é uma definição anterior à atual Constituição, pois o Código de Mineração, instituído pelo Decreto-Lei nº 227, em 1967, estabeleceu no Art. 1º que “compete à União administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais”.

Ademais, o regime jurídico-constitucional da mineração, estabelecido pelo art. 176 da Constituição Federal/1988, define que:

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

É importante observar que o dispositivo constitucional estabeleceu o domínio público dos recursos minerais (não somente das reservas minerais) e outorgou ao particular a propriedade do minério extraído. Os recursos minerais, classificados como domínio público mineral especial, são caracterizados como domínio originário, exclusivo e imprescritível. Obviamente, por serem recursos finitos, o bem perecerá com a exaustão da jazida. Portanto, o legislador assegurou ao Estado o controle sobre o patrimônio mineralizado e, ao mesmo tempo, garantiu ao empreendedor privado o exercício da exploração de bens minerais, instituindo a obrigatoriedade da Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CEFEM), prevista no Art. 20, §1º da Constituição Federal/1988, e regulamentada posteriormente (Brasil, Câmara dos Deputados, 2011). Além disso, definiu no Art. 22, Inciso XII, a competência privativa da União para legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia.

O aproveitamento dos recursos minerais pelo empreendedor privado pode ser feito por concessão, autorização, licenciamento, permissão de lavra garimpeira,

monopolização em decorrência de lei especial. Cada regime tem normatizações específicas para fins de autorização do órgão federal competente. A obtenção de títulos minerários é feita mediante a apresentação, pelo interessado, das licenças ambientais aplicáveis, emitidas pelos órgãos de meio ambiente. Tendo em conta os interesses dos diferentes entes federados, a atual Carta Magna assegurou a todos a competência comum para “registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios”, conforme o art. 23, Inciso XI.

B – Dispositivos e instrumentos voltados à fiscalização das atividades minerárias

A fiscalização das atividades minerárias é competência federal exercida pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), criado pelo Decreto nº 23.979, de 1934, com as funções de gerir, regulamentar e fiscalizar o setor mineral. Inicialmente, essa fiscalização esteve vinculada ao Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas. Em 1960, a Lei Federal nº 3.782 criou o Ministério de Minas e Energia (MME) que absorveu os órgãos relacionados à mineração. A Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral assumiu a responsabilidade de elaborar as políticas para o setor mineral e o DNPM continuou sendo o órgão de referência da ação pública federal para a produção mineral exercendo várias funções, entre elas, o controle e a fiscalização da exploração das atividades de mineração em todo o território nacional.

Posteriormente, na década de 1990, durante a reforma administrativa, “o DNPM perdeu a condição de órgão central de direção superior e ficou subordinado à Secretaria Nacional de Minas e Metalurgia” (TCU, 2016, p. 39). A Lei Federal 8.876/1994 o transformou em autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia, dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia patrimonial, administrativa e financeira. E o Decreto 1.324/1994 instituiu sua estrutura de representação em todos os estados da federação, com a seguinte finalidade:

Promover o planejamento e o fomento da exploração e do aproveitamento dos recursos minerais, e superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício

das atividades de mineração em todo o território nacional na forma do que dispõe o Código de Mineração, o Código das Águas Minerais, os respectivos regulamentos e a legislação que os complementa (Brasil, Lei Federal nº 8.876/1994).

Como autarquia, as competências do DNPM foram definidas para atuação em quatro áreas de atividades relativas à mineração, nos seguintes termos: a) planejar a exploração e o aproveitamento dos recursos minerais, b) fomentar a exploração e o aproveitamento dos recursos minerais, c) superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral, d) controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional. Embora houvesse a competência para exercer a fiscalização, a definição estabeleceu, de modo genérico, as atribuições de controlar e fiscalizar a mineração como uma atividade que oferece riscos, em especial, os riscos relativos aos barramentos de rejeitos de mineração, conforme se observa na quarta finalidade da autarquia. Depreende-se, portanto, que o instrumento legal é relativamente omissivo quanto a esse importante quesito concernente ao controle da segurança de barragens. O Quadro 26, a seguir, detalha a abrangência das finalidades e competências atribuídas ao DNPM, em 1994.

Quadro 26 – Finalidades e Competências do DNPM (Lei Federal nº 8.876/1994)

FINALIDADES	COMPETÊNCIAS
1 – Planejar a exploração e o aproveitamento dos recursos minerais	– Acompanhar, analisar e divulgar o desempenho da economia mineral brasileira e internacional, mantendo serviços de estatística da produção e do comércio de bens minerais; – Formular e propor diretrizes para a orientação da política mineral; – Implantar e gerenciar bancos de dados para subsidiar as ações de política mineral necessárias ao planejamento governamental; – Estabelecer as áreas e as condições para o exercício da garimpagem em forma individual ou associativa;
2 – Fomentar a exploração e o aproveitamento dos recursos minerais	– Promover a outorga, ou propô-la à autoridade competente, quando for o caso, dos títulos minerários relativos à exploração e ao aproveitamento dos recursos minerais, e expedir os demais atos referentes à execução da legislação minerária; – Fomentar a produção mineral e estimular o uso racional e eficiente dos recursos minerais; – Fomentar a pequena empresa de mineração
3 – Superintender as pesquisas geológicas, minerais e de tecnologia mineral	Coordenar, sistematizar e integrar os dados geológicos dos depósitos minerais, promovendo a elaboração de textos, cartas e mapas geológicos para divulgação;
4 – Controlar e fiscalizar o exercício das atividades de	– Fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e a comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária;

mineração em todo o território nacional	– Baixar normas, em caráter complementar, e exercer fiscalização sobre o controle ambiental, a higiene e a segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores; – Baixar normas e exercer fiscalização sobre a arrecadação da compensação financeira pela exploração de recursos minerais, de que trata o § 1º do art. 20 da Constituição Federal.

Fonte: elaboração da autora a partir da Lei Federal nº 8.876/1994.

Em seguida, com a promulgação da PNSB, em 2010, foram agregadas competências e atribuições específicas em relação à segurança das barragens da mineração às funções do DNPM. Tais competências visaram garantir, por meio da normatização, da fiscalização e da informação, a observância de padrões de segurança das barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências. Para tanto, foram regulamentadas as ações de segurança a serem adotadas e promovido seu monitoramento e acompanhamento, criando, assim, condições para ampliar o universo de controle de barragens pelo poder público e fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos, conforme a Lei nº 12.334/2010, art. 3º.

No âmbito normativo, coube ao DNPM regulamentar matérias relativas ao Plano de Segurança de Barragens (PSB), às inspeções de segurança e ao Plano de Ação Emergencial (PAE). Antes do rompimento da barragem de Fundão, o DNPM havia expedido a Portaria 416/2012 que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispôs sobre o plano de segurança, a revisão periódica de segurança e as inspeções regulares e especiais. Além disso, emitiu a Portaria 526/2013 que detalhou o Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM). Com isso, o DNPM regulamentou as matérias que lhe competiam. De acordo com a avaliação do Ministro do TCU — José Múcio Monteiro — relator da auditoria operacional,

A Lei nº 12.334/2010, que versa sobre a PNSB, conjuntamente com os normativos expedidos pelo DNPM, fornecem **as bases jurídicas mínimas** para que sejam atendidos os objetivos propostos de evitar, mitigar e tratar os acidentes decorrentes de ruptura de barragens de rejeitos de mineração no Brasil. Foram definidas claramente as competências dos órgãos responsáveis, os critérios de classificação de risco das barragens, o conteúdo e a periodicidade de documentos obrigatórios a serem apresentados pelos empreendedores, sanções em caso de descumprimento, etc. O DNPM, por sua vez, regulamentou as matérias que lhe competiam (TCU, 2016, p. 3, grifos nossos).

Na avaliação do TCU (2016), as mudanças introduzidas pela PNSB foram consideradas como “bases jurídicas mínimas” para atender aos objetivos de “[...] evitar, mitigar e tratar os acidentes decorrentes de ruptura de barragens de rejeitos de mineração” (TCU, 2016). Tendo em mente o horizonte de futuro em relação à sequência dos acontecimentos posteriores à promulgação da PNSB, referentes aos desastres ocorridos na mineração, fica claro que, além das bases jurídicas mínimas, havia outros fatores intervenientes que contribuíram para que fossem tomadas decisões e realizadas ações infringindo os dispositivos normativos vigentes. Nesse sentido, a hipótese que se quer demonstrar é que esses fatores intervenientes não estão apenas no campo das fragilidades legislativas, mas também no campo da vulnerabilidade política das instituições e dos instrumentos criados para evitar, mitigar e tratar os acidentes e desastres de barragens de rejeitos de mineração.

Apesar de a Lei Federal Lei nº 12.334/2010 ter criado um marco legal para a política de segurança de barragens e, posteriormente, a revisão legislativa efetivada pela Lei Federal nº 14.066/2020 ter buscado suprir as lacunas e acrescentado outros dispositivos mais robustos em termos de regramentos, ainda permaneceram os problemas de segurança de barragens de mineração. Depreende-se, então, que a efetividade desses instrumentos passa pela questão fulcral da vulnerabilidade política, orçamentária, técnica e de recursos humanos para garantir que os regramentos jurídicos criados sejam obedecidos pelas corporações mineradoras. Portanto, embora o DNPM tenha regulamentado as matérias que lhe competiam, a dimensão da vulnerabilidade político-institucional permaneceu como fragilidade para a ação assertiva e consistente do órgão responsável pela fiscalização da segurança de barragens.

Tal problema é compreendido, nesta tese, como fator agravante do risco de desastres, especialmente na fase de beneficiamento do produto mineral extraído das reservas brasileiras. O caso do rompimento da barragem de Fundão, que ocorreu antes da revisão legislativa de 2020, mas não antes dos dispositivos criados pelo DNPM (Portaria nº 416/2012 e Portaria nº 526/2013), é ilustrativo desses aspectos. O Capítulo III, desta tese, evidenciou sobejamente a forma como as corporações Samarco/Vale/BHP Billiton Ltda. lidaram com o problema da segurança da barragem de Fundão em Mariana-MG, isto é, essas corporações deram pouca importância às regulações e normas estabelecidas pelo Estado brasileiro.

4.5 INTERFACES DA POLÍTICA DE SEGURANÇA DE BARRAGENS COM A POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE

A Política Nacional de Segurança de Barragens tem estreita interface com a Política Nacional de Meio Ambiente no que se refere à fiscalização dos empreendimentos minerários. Conforme a Lei Federal nº 12.334/2010, Art. 5º, coube à entidade outorgante de direitos minerários a fiscalização da segurança de barragens para fins de disposição final ou temporária de rejeitos de mineração, “sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama)”.

Ademais, a Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, estabeleceu por objetivo geral (art.2º) a “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. Além do mais, no Art. 2º, Inciso III, destacou que o planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais são princípios da PNMA. Desses dispositivos e outros contidos na legislação ambiental decorrem as competências dos órgãos ambientais como responsáveis pelas ações de licenciamento e fiscalização das atividades minerárias, dentre elas, as barragens de rejeitos minerários.

É importante frisar que, ao longo de quase 30 anos que separam a promulgação da PNMA e PNSB, as competências de fiscalização das atividades minerárias estiveram a cargo do DNPM. No entanto, a segurança de barragens de rejeitos de mineração tornou-se relevante na agenda pública quando a ocorrência de inúmeros acidentes e desastres chamou atenção para o problema, demandando instrumentos regulatórios.

Desde então, as interfaces entre essas duas políticas públicas tornaram-se mais evidentes em razão dos riscos das barragens de rejeitos de mineração. Nesse sentido, cabe lembrar que a PNMA estabeleceu “[...] a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico”, como consta na Lei nº 6.938/1981 (art. 4º, Inciso I). Porém, os desafios em relação à segurança de barragens de mineração se

tornaram mais complexos, sobretudo, a partir da estratégia de expansão acelerada da exploração mineral de ferro estabelecida no limiar do século 21. Apesar dos avanços tecnológicos ocorridos ao longo do tempo, que permitiram a crescente expansão da mineração e a concomitante construção de barragens cada vez maiores e mais arriscadas, nos últimos 50 anos, a tecnologia de construção de barragens manteve o método à montante, a despeito do fato de se tratar de tecnologia vulnerável e arriscada. Embora o método construtivo não seja o único fator determinante do desastre, como se demonstrou no Capítulo III desta tese, importa destacar a permanência do uso de tecnologias obsoletas em atividades tão arriscadas.

As empresas do setor mineral, em muitos casos, não têm sido capazes de garantir segurança das barragens de rejeitos minerários por meio de suas estratégias de autorregulação. O poder público brasileiro, ao contrário do que ocorreu no âmbito internacional, foi lento na regulamentação dessa atividade. Somente no início do século 21 é que as primeiras medidas regulatórias foram tomadas, como demonstrado no Quadro 19, do item 1, deste Capítulo.

Por outro lado, antes da PNSB, face à ausência de uma legislação nacional para a segurança de barragens, os órgãos ambientais se encarregaram de estabelecer padrões de cuidados necessários com os resíduos gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. Entretanto, o armazenamento dos rejeitos minerários em barragens tornou-se um grande desafio para a gestão do risco e proteção ambiental devido ao aumento acelerado da produção mineral pelos empreendedores, por um lado, e à ausência de normativas com critérios e parâmetros de classificação do risco de barragens, por outro. Como consequência, os desastres passaram a ocorrer com muito mais frequência, intensidade e abrangência, cujos impactos devastaram as regiões localizadas a jusante dessas estruturas de grande porte. Contudo, cabe lembrar que, mesmo sob a vigência da PNSB e apesar da revisão do arcabouço legal, recentemente dobrou o número de barragens de mineração em estado de emergência, entre fevereiro/2022 e fevereiro/2024, conforme mostra o Gráfico 10 – Evolução do número de Barragens em Nível de Emergência.

Apesar dessa situação desafiadora, a tendência da estratégia econômica é continuar expandindo a produção mineral, principalmente a do minério de ferro. Para atenuar o problema do risco de desastres, face à proibição de construção de

barragens à montante pelas novas regulamentações, as grandes mineradoras têm anunciado projetos de substituição das barragens por empilhamento à seco dos rejeitos. Embora a medida represente alguns avanços em relação às barragens à montante, isso não significa que seja uma alternativa segura em relação aos riscos e danos potenciais (Parreiras, 2022)¹⁸⁷. Aliás, abre-se um novo campo a ser regulamentado para viabilizar a atuação dos órgãos de licenciamento ambiental e de fiscalização.

Nesse sentido, vale lembrar que as estruturas geotécnicas da mineração são portadoras de riscos, sejam elas: barragens, diques, pilhas para a disposição de rejeito e estéril, dentre outras. Os riscos dessas estruturas têm origem em características técnicas, método construtivo, idade e/ou estado de conservação, conforme sublinhado anteriormente. A região onde se localizam as estruturas geotécnicas da mineração são expostas aos riscos e aos danos potenciais a elas associados. O aumento da escala de produção mineral, viabilizado pelo desenvolvimento tecnológico das estruturas geotécnicas da mineração, tornou ainda mais complexo e desafiador o controle do risco de desastres na mineração.

Tais desafios implicam considerar a governança do sistema de instituições no âmbito da gestão pública de risco de desastres. Isso envolve a coordenação, planejamento e implementação de estratégias para lidar com riscos e proteger a sociedade. A governança abrange a integração de políticas públicas, a avaliação de riscos, a definição de estratégias de resposta e o monitoramento contínuo. A gestão de riscos é um processo permanente que visa alcançar objetivos institucionais de forma eficaz e resiliente (Jansen; Vieira, 2022). As formas como esses processos envolvidos no sistema de governança ocorreram, no caso das barragens de mineração, é o tema do item a seguir.

¹⁸⁷ Conforme o Jornal Estado de Minas (2022), o empilhamento a seco de rejeitos já provocou desabamentos no Maranhão (2018), na Mina de Pau Branco, da Vallourec, entre Brumadinho e Nova Lima (2022), na Grande BH e levam perigo a Santa Bárbara, no Centro de Minas, na Mina de Córrego do Sítio, da AngloGold Ashanti. As informações foram mostradas pelo referido Jornal em uma série de reportagens publicadas em 2022.

4.6 GOVERNANÇA DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL-INSTITUCIONAL DO DNPM E DO SISEMA

O termo governança refere-se à direção a ser tomada para melhorar o desempenho organizacional, reduzir os conflitos, alinhar as ações e alcançar os resultados pretendidos por diferentes partes interessadas. A abordagem deste tema remete às especificidades da governança pública, governança no setor público e governança pública organizacional, nos termos conceituais propostos pelo TCU (2014, 2020). A governança do risco de desastres refere-se ao sistema de instituições responsáveis por orientar, coordenar e supervisionar a redução do risco de desastres e as esferas de políticas públicas conexas (ONU, 2016). É um grande desafio a enfrentar diante do aumento dos desastres em todo território brasileiro¹⁸⁸.

As implicações e desafios decorrentes da falta de regulamentação da governança no setor público, em especial no sistema organizacional vinculado às instituições ligadas à PNMA e à PNSB, remetem ao agravamento das condições de vulnerabilidade da sociedade aos danos potenciais resultantes do rompimento de barragens de rejeitos de mineração. As evidências do caso Samarco demonstram o quanto a ausência de um sistema de governança das instituições, criadas para proteção ambiental e para prevenção e mitigação dos riscos de barragens, foi extremamente danosa para a sociedade, especialmente para a população localizada no entorno do empreendimento e ao longo da calha principal do rio Doce e do litoral do Estado do Espírito Santo.

Para a análise da forma como a ausência do sistema de governança se manifestou no caso Samarco, considera-se a definição estabelecida pelos acordos internacionais para redução do risco de desastres. Agrega-se ainda que o entendimento acerca do tema implica a complexidade do contexto federativo brasileiro no qual interagem a decisão política e a ação pública, bem como as vulnerabilidades na governança das instituições públicas do país. Em seguida, são apresentadas

¹⁸⁸ Em 2023, no Brasil foram registrados 1.161 desastres naturais, cerca de três ao dia, considerando apenas os desastres de origem hidrológica e geohidrológica, que resultaram em 132 mortes, 9.263 feridos, 74 mil desabrigados e 524 desalojados, segundo os dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Climatempo, 2023).

algumas evidências que demonstram a ausência de governança do risco de desastre no caso da barragem de Fundão.

A – Concepções sobre governança e gestão de risco de desastres

A governança do risco de desastres tem sido destacada nas recomendações das Nações Unidas desde as primeiras formulações estabelecidas pela Estratégia de Yokohama (1994-2005) e, posteriormente, reafirmadas nas diretrizes do Marco de Ação de Hyogo (2005-2015), como também nas atuais recomendações do Marco de Sendai (2015-2030) que incluíram os riscos antrópicos na agenda internacional. Tais acordos voluntários, não vinculativos, estabeleceram diretrizes, metas e ações a serem alcançadas pelos Estados-membros, como é o caso do Brasil que participou dos debates e assinou todos os compromissos firmados em âmbito internacional.

A definição de governança do risco de desastres *abrange* o “sistema de instituições, mecanismos, marcos normativos e jurídicos e outras disposições que têm por objeto orientar, coordenar e supervisionar a redução do risco de desastres e as esferas de políticas conexas” (ONU, 2016, p. 16, tradução nossa). É uma prioridade de ação do Marco de Sendai (UNISDR, 2015) ressaltar a importância da colaboração e parceria entre as instituições que buscam implementar instrumentos de gestão eficaz e eficiente¹⁸⁹. Para tanto, a boa governança deve ser transparente, inclusiva, coletiva e eficiente para reduzir os riscos e evitar a criação de novos riscos (UNDRR, 2020).

No Brasil, o entendimento sobre o sistema de governança envolve coordenações entre agências governamentais, ONGs, setor privado e comunidades locais, bem como a cooperação da rede dos *stakeholders* envolvidos nos empreendimentos privados e públicos, em diferentes níveis espaciais (diferentes escalas geográficas, desde o local até o nacional e internacional), o que implica considerar a complexidade do contexto federativo brasileiro (Jansen, *et al.* 2020). Portanto, se faz necessário identificar a multiplicidade de atores envolvidos e observar como diferentes organizações e instituições, com distintas assimetrias de poder e de

¹⁸⁹ UNISDR. Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, 2015, p. 14, 17-18.

força institucional, colaboram ou não para gerenciar os riscos de desastres no Brasil. Ademais, significa dizer que a governança é um desafio intrincado porque pressupõem a participação dos diferentes poderes que compõem o sistema federativo constituído em multiníveis ou múltiplas camadas.

De acordo com Souza (2018), o processo de democratização inseriu a participação da sociedade na complexa rede de coordenação política, dando origem ao conceito de governança como uma forma de coordenar os diversos participantes. Conforme a autora, apoiada em Peters (1998), a coordenação de atores relevantes e organizações abrange processos complexos que envolvem os governos quando decidem formular e implementar políticas públicas. As dificuldades de coordenação e coerência nas políticas governamentais não é um problema de fácil solução, mas é um problema reconhecido pela literatura pertinente há muito tempo¹⁹⁰. Nesse sentido, Souza sublinha que, “do ponto de vista formal, pode-se definir coordenação como a organização de todas as atividades, com o objetivo de alcançar consenso entre indivíduos e organizações para o atingimento dos objetivos de um grupo” (Souza, 2018, p. 16). Por outro lado, a cooperação é um conceito associado à coordenação, porém, trata-se de uma ação discricionária e voluntária dos indivíduos (Idem, Ib.).

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu os marcos fundamentais da ordem jurídica democrática em termos de direitos e garantias, assim como os princípios do ordenamento territorial, definindo as competências institucionais dos governos subnacionais estabelecidos pelo sistema federativo vigente. O papel dos entes federativos e as formas de relação e coordenação das diferentes políticas públicas tornaram-se um elemento central das dinâmicas dos processos decisórios e, por conseguinte, da governança pública de todo o sistema.

O Tribunal de Contas da União (TCU) é o órgão de controle externo do governo federal e tem por objetivo estratégico o aprimoramento da governança e da gestão no setor público. Em 2014, realizou o Levantamento do Panorama de Governança Pública em Âmbito Nacional que contou com a participação de 8.190 organizações públicas e outros entes a ele jurisdicionados. O levantamento apontou “indicadores

¹⁹⁰ Celina de Souza (2018, p.15), cita os seguintes autores: Pressman e Wildavsky (1984), Peters (2004) e Bouckaert *et al.* (2010). Este último propôs uma metodologia para analisar estratégias de coordenação em perspectiva comparada e testou suas estratégias em sete países: Nova Zelândia, Grã-Bretanha, Suécia, Holanda, França, Bélgica e EUA.

que serviram para identificação de vulnerabilidades na governança dessas organizações” (TCU, 2020, p.10). O diagnóstico teve por referência a seguinte definição de governança pública:

[...] o sistema que determina o equilíbrio de poder entre os envolvidos — cidadãos, representantes eleitos (governantes), alta administração, gestores e colaboradores — com vistas a permitir que o bem comum prevaleça sobre os interesses de pessoas ou grupos (TCU, 2014, p. 17-18, *apud* Matias-Pereira, 2010).

Trata-se da maneira como as decisões são tomadas, o poder e as responsabilidades são exercidos, os cidadãos e outras partes interessadas são ouvidos. Concretamente, a governança refere-se aos mecanismos de avaliação, direção e monitoramento, como também as interações entre estruturas, processos e tradições. Ainda sobre concepção adotada, o TCU (2014) argumenta que se pode analisar a governança no setor público sob quatro perspectivas de observação: sociedade e Estado; entes federativos, esferas de poder e políticas públicas; órgãos e entidades; e atividades intraorganizacionais.

No âmbito do Poder Executivo brasileiro, em 2014, ainda não havia regulamentação da governança pública. Os princípios e diretrizes da política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional foram regulamentados por meio Decreto Presidencial nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, que definiu governança pública como sendo o “conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade” (art. 2º, Inciso I). Para alcançar tais propósitos, foram definidos seis eixos principais versando sobre os seguintes aspectos: capacidade de resposta, integridade, confiabilidade, melhoria regulatória, prestação de contas e responsabilidade, e transparência.

No propósito do tema, vale lembrar que a Reforma do Estado brasileiro foi realizada na década de 1990. Porém, a governança pública começou a ser regulamentada em 2017, embora seja considerada essencial para garantir as interlocuções e interações institucionais entre as organizações e as partes interessadas em vista de alcançar os resultados pretendidos.

Esse contexto brasileiro, carente de implementação de diretrizes de governança pública, corrobora as análises da OCDE (2022) apresentadas no relatório

sobre a Governança Regulatória no Setor de Mineração no Brasil, que identificou “[...] problemas, barreiras, falhas de implementação e ineficiências que afetam o marco regulatório do setor de mineração no Brasil” (OCDE, 2022, p. 3). Portanto, embora o Decreto nº 9.203/2017 tenha instituído princípios e diretrizes para governança pública, verifica-se que ainda há um longo caminho a percorrer na implementação da normativa vigente para que a governança da política de segurança de barragens se torne efetiva.

B – Governança do risco de desastre no caso da barragem de Fundão-MG

O caso Samarco explicitou os problemas decorrentes da ausência governança do risco de desastres para implementar as ações de licenciamento e fiscalização da barragem de Fundão. Destacam-se as evidências concernentes à falta de coordenação dos órgãos governamentais, corporações mineradoras e comunidades locais em toda a trajetória do empreendimento, desde os licenciamentos, a construção e a operação, quando os riscos da barragem foram agravados, resultando no desastre.

A formulação da política de segurança de barragens foi coordenada pela Agência Nacional de Água (ANA), conforme descrito no item 4.1 deste capítulo. A Lei Federal nº 12.334/2010 resultante desse processo definiu as atribuições do empreendedor e dos órgãos de fiscalização, alocando as atividades de fiscalização de barragens de mineração no DNPM, órgão vinculado à política mineral, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais. Contudo, não foi estabelecida a forma como deveria se efetuar a governança, isto é, a coordenação entre os dois sistemas (política ambiental e política mineral) e os respectivos níveis de governo (federal e estadual), considerando que a política mineral é atribuição federal e a política ambiental é descentralizada. Como resultante da falta de um sistema de governança, não se identificou formas de atuação conjunta entre os órgãos públicos responsáveis pelas atribuições fiscalizatórias das barragens de mineração. Depreende-se, então, que tal lacuna foi um agravante da fragilidade institucional e ampliou crescentemente a vulnerabilidade da sociedade ao risco de desastre da barragem de Fundão.

Ao implementar a política de segurança de barragem, se verificou lacunas e limites no novo marco legal, bem como insuficiência dos recursos disponibilizados para o DNPM executar as ações definidas pela PNSB, conforme dados do TCU (2016). O resultado foi que, apesar da vigência da PNSB, ocorreram grandes desastres de barragens rejeitos de mineração, entre eles o caso Samarco, que evidenciou a fraqueza institucional do órgão fiscalizador para garantir a observância dos padrões de segurança de barragens de modo a reduzir a possibilidade de desastres e suas consequências, conforme o primeiro objetivo da Lei Federal nº 12.334/2010.

De modo semelhante, no Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) ¹⁹¹ havia lacunas de governança dos órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização de barragens. De acordo com TCE-MG (2017), a insuficiência de instrumentos de planejamento e gestão comprometia a atuação dos órgãos componentes do sistema. Entre outros problemas identificados, vale sublinhar as audiências públicas realizadas no âmbito do licenciamento ambiental para dar transparência aos projetos de empreendimentos arriscados, tais como, barragens de rejeitos de mineração¹⁹².

O TCE-MG (2017, p. 63-66) verificou a baixa efetividade das audiências devido às incoerências e impropriedades no processo de realização. Nesse sentido, destacou a análise do perfil dos participantes de uma audiência pública¹⁹³ e constatou que apenas 5% eram cidadãos da comunidade impactada, 45% representavam o empreendedor, e os 50% restantes eram representantes de outras empresas, órgãos públicos, ONGs, associações, institutos, etc. Observou ainda que uma parte das competências do Secretário Executivo do COPAM foi delegada ao empreendedor, tais como: determinação do local da audiência, horário e demais providências de preparação das audiências, como também o registro dos participantes em livro de presença e a preparação do relatório-síntese da reunião. Esse comportamento evidencia ausência de governança pública em sua dimensão política que deveria zelar

¹⁹¹ O SISEMA tem como missão formular e coordenar a política estadual de proteção e conservação do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos, visando ao desenvolvimento sustentável no Estado de Minas Gerais.

¹⁹² Segundo o TCE-MG (2017, p. 63) a audiência pública integra o processo de licenciamento ambiental, conforme estatuído, no âmbito federal, nas Resoluções CONAMA nº 01 e 09, editadas, respectivamente, em 1986 e 1987, e, no plano estadual, na DN COPAM nº 12, de 1994.

¹⁹³ Audiência relativa ao Processo nº 00886/2003/027/2012 (TCE-MG, 2017, p. 65).

pela “prevalência do bem comum sobre os interesses de pessoas ou de grupos” (Matias-Pereira, 2010 *apud* TCU, 2014, p. 19).

Outra constatação da falta de governança do risco de barragens de rejeitos de mineração foi evidenciada na fragilidade institucional dos órgãos responsáveis. Tanto o DNPM quanto o SISEMA, criados antes da PNSB, passaram a ter atribuições específicas na fiscalização das barragens da mineração. Dessa divisão de tarefas, resultaram ambiguidades e dificuldades operacionais e de governança das atividades intraorganizacionais, ou seja, “o sistema pelo qual os recursos de uma organização são dirigidos, controlados e avaliados” (TCU, 2014, p. 21). Significa dizer, governança dos recursos humanos, de informação, de tecnologia, de logística, de investimentos, de orçamento e finanças, de regulamentações etc. Nesse sentido, as falhas de governança identificadas nas atividades intraorganizacionais resultaram em fragilidade institucional, irregularidades e negligências, contribuindo para a situação multicausal que resultou no desastre da Samarco.

Depreende-se, então, que a conjunção de lacunas e limites normativos, institucionais e operacionais evidencia a ausência de um sistema de governança do risco de desastres. Lembrando que esse vazio se realiza no contexto do “[...] federalismo de Estado, em que há difusão de autoridade distribuída em arranjos policêntricos, constituídos em multiníveis ou múltiplas camadas” (TCU, 2014, p. 36). Essa condição demarca os limites e constrangimentos do arranjo de implementação das duas políticas públicas, PNMA e PNSB, conforme o entendimento de Gomide e Pires (2021, p. 52). Tais problemas restringem a implementação do objetivo estabelecido pela PNSB/2010 de criar condições para que se amplie o universo de controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança.

O rompimento da barragem de Fundão-MG revelou a dimensão dessas situações de múltiplas ausências e dificuldades enfrentadas pelos distintos gestores, tanto no DNPM como no âmbito do SISEMA. A conformação dessas circunstâncias que afetam e inviabilizam a ação de *enforcement* do poder político institucional configura a condição de vulnerabilidade político-institucional. A forma como as situações de múltiplas ausências e dificuldades produzem fragilidades institucionais e ausência de governança, por um lado, e a forma como tais fragilidades e vazios de governança geram vulnerabilidades diante de situações de risco e perigo, por outro, é

o foco do Capítulo V, a seguir.

CAPÍTULO V

5 VULNERABILIDADE POLÍTICO-INSTITUCIONAL: CASO SAMARCO

O impulso inicial que orientou esta pesquisa sobre o desastre da Samarco foi o interesse de analisar a fragilidade institucional no controle da segurança da barragem de Fundão. O propósito foi identificar fatores ou processos político-institucionais determinantes das condições de vulnerabilidade, compreendida esta como parte da situação multicausal que resultou no desastre. O estudo do caso evidenciou fragilidades, irregularidades, negligências e omissões do Estado brasileiro que aumentaram as condições de vulnerabilidade ao risco de desastre.

As evidências obtidas durante a pesquisa indicaram a maneira como o empreendedor agravou os riscos da barragem de Fundão negligenciando os padrões, normas e leis de segurança de barragens vigentes à época, como consta no Capítulo III. O exame das instituições e dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), considerando o processo de governança e coordenação das políticas públicas concernentes à segurança de barragens de rejeitos de mineração, constituiu o eixo analítico do Capítulo IV. As respostas as indagações em torno das formas de manifestações das fraquezas institucionais e do modo como estas fragilidades produzem vulnerabilidade político-institucional aos riscos de desastres de barragens de mineração constituem o objeto do presente capítulo.

Conforme foi demonstrado no Capítulo II, o desastre da barragem de Fundão-MG ocorreu no contexto das recentes transformações que moldaram a dinâmica da economia brasileira ao mercado capitalista globalizado. As mudanças provocadas pelos processos de globalização ampliaram as condições de vulnerabilidade externa do Brasil, no contexto do capitalismo mundial, especialmente no que tange às principais características desses processos: liberação financeira, abertura comercial e integração produtiva (Pinto; Gonçalves, 2015). Mais precisamente, trata-se de mudanças decorrentes do processo de integração dos países à nova ordem internacional, estabelecida após o desmoronamento dos acordos de *Bretton Woods* e a vigência do modelo neoliberal. Na esteira desses processos de transformações na ordem econômica mundial, regulada até o limiar dos anos de 1980 pela hegemonia

do consenso keynesiano, uma onda de mudanças econômicas e institucionais passou a se impor, sob os auspícios do consenso neoliberal, em quase todos os países do mundo capitalista. No Brasil, essas mudanças tiveram início no limiar da década de 1990, durante o mandato de Fernando Collor de Mello na presidência da República (1990-1992). As transformações mais significativas ocorreram a partir do Governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), que promoveu reformas estruturais, tais como: liberalização econômica, privatizações, ênfase na estabilidade econômica e na abertura ao mercado internacional, bem como na reforma do Estado, visando, entre outras mudanças, à redução do papel do Estado junto ao setor econômico e à adequação das estruturas organizacionais-institucionais do Estado brasileiro à nova ordem mundial.

A relação entre a fragilidade das instituições e os riscos de desastres tem sido analisada pela literatura pertinente¹⁹⁴ como vulnerabilidade institucional (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021). Todavia, enquanto as dimensões física e social da vulnerabilidade têm sido amplamente estudadas, a influência das instituições nas vulnerabilidades da sociedade frente aos perigos de desastres permanece relativamente inexplorada. A dimensão institucional da vulnerabilidade abrange tanto o contexto quanto o processo, que torna as instituições frágeis para garantir a observância de padrões de segurança ou ignorar o dever de assegurar o cumprimento das regulamentações para prevenir, mitigar e recuperar o impacto de um evento perigoso (Idem, *ibidem*).

Tendo as condições e circunstâncias do desastre em mente e considerando que a vulnerabilidade institucional pode ser afetada por fatores como governança, processos de tomada de decisão, instrumentos de ação pública, recursos humanos, orçamentários, financeiros, tecnológicos, entre outros, a motivação que pautou a investigação sobre esta dimensão foi examinar os fatores determinantes da vulnerabilidade político-institucional no caso do rompimento da barragem da Samarco. Três critérios orientaram a obtenção de evidências: as informações obtidas a partir do caso Samarco; as fragilidades legais e institucionais materializadas nas instituições e órgãos responsáveis pela PNMA e pela PNSB; e a literatura acadêmica relativa ao tema.

¹⁹⁴ Papathoma-Köhle *et al.* (2021); Hodgson (2007); Fuchs, (2009); Tompkins *et al.* (2012); Garschagen (2013); Jansen, Vieira, Henkes (2020); Lazaro; Jacobi (2023).

O arcabouço jurídico-institucional utilizado como referencial diz respeito às atribuições do poder institucional para regulamentar, regular, licenciar e fiscalizar a segurança de barragens de rejeitos de mineração por meio das instituições competentes, conforme estabelecido nas leis e normas vigentes à época. Isto é, tanto a legislação ambiental, e respectivas instituições, quanto a legislação referente à política mineral e à segurança de barragens e instituições vinculadas compõem o campo da análise.

A análise dos dados tem por referência o marco conceitual da estratégia internacional de redução do risco de desastres, conforme as definições do Relatório Técnico de Revisão de Definição e Classificação (*Definition and Classification Review Technical Report*), documento publicado pelo UNDRR/ISC Sendai, em 28 de julho de 2020¹⁹⁵. Também foram utilizadas outras referências teóricas, citadas ao longo da análise, para a discussão dos demais temas correlatos que perpassam a problemática em foco.

O capítulo está organizado em três tópicos. O primeiro apresenta elementos conceituais da vulnerabilidade político-institucional. O segundo e o terceiro tratam de duas formas de manifestação de vulnerabilidade identificadas a partir do caso Samarco: a vulnerabilidade da sociedade aos efeitos do perigo de desastre e a vulnerabilidade institucional expressa nos instrumentos jurídicos-institucionais reguladores e nas instituições competentes para licenciar, fiscalizar e controlar as barragens de mineração. Permeando a análise, tangencialmente, é abordada a governança do risco de desastre em razão da vulnerabilidade político-institucional presente no contexto do desastre da Samarco.

5.1 COMPREENDENDO A VULNERABILIDADE AO RISCO DE DESASTRE

Desastre é uma perturbação grave do funcionamento de uma comunidade ou sociedade em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, resultando em uma ou mais das seguintes consequências: perdas e impactos humanos,

¹⁹⁵ As definições aqui utilizadas têm por fonte o relatório *online* disponível em: <https://www.preventionweb.net/drr-glossary/hips>.

materiais, econômicos e ambientais (UNDRR, 2020, p. 54, tradução nossa)
196

Abordar a dimensão da vulnerabilidade enquanto elemento crítico crucial para a compreensão do risco de desastre se deve ao reconhecimento da suscetibilidade das pessoas, ativos econômicos e ambientais a sofrerem perdas e danos relevantes. Isto é, a vulnerabilidade ao risco de desastres naturais ou antrópicos refere-se à propensão de serem afetados por tais eventos e é maior quanto maior for a sensibilidade aos danos. Para as Nações Unidas (2020)¹⁹⁷, a vulnerabilidade é o resultado de uma série de fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais, políticos e psicológicos que moldam a vida das pessoas e o ambiente em que vivem (UNDRR, 2020)¹⁹⁸. O caso Samarco evidenciou fatores e processos político-institucionais que contribuíram para agravar a situação de perigo da barragem e, desse modo, aumentar as condições de vulnerabilidade da sociedade aos riscos potenciais da barragem de Fundão.

A noção preliminar de vulnerabilidade político-institucional aqui adotada considera que o termo descreve a suscetibilidade de um sistema político e suas instituições às instabilidades, disfunções ou falhas, o que pode incluir uma variedade de fatores (fragilidade governamental, falta de transparência, falta de responsabilidade, sistemas legais fracos, corrupção, etc.)¹⁹⁹ cujas consequências podem resultar em uma série de efeitos negativos. Partindo dessa noção preliminar, a intenção que moveu esta pesquisa foi verificar que tipos de fatores ou processos estiveram presentes no caso da barragem de Fundão.

A análise dos aspectos político-institucionais do desastre da Samarco apoia-se

¹⁹⁶ Conforme o UNDRR (2020, p. 54), “*disaster: serious disruption of the functioning of a community or a society at any scale due to hazardous events interacting with conditions of exposure, vulnerability and capacity, leading to one or more of the following: human, material, economic and environmental losses and impacts*”.

¹⁹⁷ A definição de vulnerabilidade adotada pelas Nações Unidas consta no Relatório Técnico de Revisão de Definição e Classificação (*Definition and Classification Review Technical Report*), documento publicado pelo UNDRR/ISC, Sendai, em 28-07-2020. O debate atual sobre o tema inclui vários fatores determinantes. Ademais, o relatório fornece um conjunto de definições para monitorar e revisar a implementação da Agenda 2030 cujos objetivos foram estabelecidos pela Estratégia de Sendai para a Redução do Risco de Desastres, pela Plataforma de Desenvolvimento Sustentável e pelos Acordos de Paris sobre o Clima.

¹⁹⁸ Conforme o UNDRR (2020, s/p), “*vulnerability is the human dimension of disasters and is the result of the range of economic, social, cultural, institutional, political and psychological factors that shape people’s lives and the environment that they live in*”.

¹⁹⁹ Ver, entre outros, Lazaro (2013); Jansen, Vieira, Henkes (2020).

no entendimento da ONU que considera a governança do risco de desastres como sendo o “[...] sistema de instituições, mecanismos, marcos normativos e jurídicos e outras disposições que têm por objeto orientar, coordenar e supervisionar a redução do risco de desastres e as esferas de políticas conexas” (ONU, 2016, p. 16, tradução nossa). O entendimento da ONU é que a governança se expressa na criação de um sistema institucional coordenado para alcançar efetividade nas ações de redução do risco de desastres com vistas a aumentar a capacidade das nações e comunidades para enfrentarem as ameaças ou perigos. O Relatório técnico de revisão de definição e classificação da UNDRR (2020) complementa esse entendimento, propondo que a boa governança seja transparente, inclusiva, coletiva e eficiente para reduzir os riscos de desastres e evitar a criação de novos riscos.

A abordagem da ONU enfatiza a forma como deve ser a boa governança e qual deve ser o *modus operandi* de um sistema institucional coordenado para alcançar efetividade nas ações de redução do risco de desastres. Pouco é dito, no entanto, sobre como lidar com as situações de risco de desastre quando estas condições não estão dadas. Isto é, quando o sistema institucional é perpassado por fragilidades de diversas ordens, tais como econômicas, políticas, jurídico-normativas, falhas da legislação e reduzida capacidade das instituições para operar as competências que lhes foram imputadas pelo marco legal.

Então, o propósito é enveredar pelo caminho das ausências e das fragilidades institucionais que se fizeram notar nas diversas etapas de existência da barragem de Fundão, de propriedade de grandes corporações mineradoras, Samarco/Vale/BHP Billiton. Para tanto, este tópico aborda os fundamentos teórico-conceituais relativos aos aspectos político-institucionais, explicitando os conceitos que compõem as dimensões do risco de desastres, a partir da literatura produzida pela UNDRR (2020) e demais estudiosos do tema.

5.1.1 Debate teórico-conceitual

O fenômeno dos desastres é estudado por diversas áreas da ciência. Devido a sua complexidade, existem controvérsias entre as áreas de conhecimento e ambivalências dentro da mesma área de estudo, como ocorre com a Sociologia dos Desastres e a Sociologia do Risco. Em consideração à importância do debate teórico, se faz necessário situar o referencial conceitual sobre desastres e riscos para fundamentar os aspectos político-institucionais da vulnerabilidade enquanto dimensão do risco de desastres.

Segundo Marchezini (2018), o primeiro estudo sistemático sobre desastres, no campo das Ciências Sociais, foi desenvolvido, em 1917, pelo sociólogo canadense Samuel Prince, que acompanhou a reconstrução da cidade Halifax, Nova Escócia, Canadá, após um desastre tecnológico que envolveu o choque entre dois navios e ocasionou a explosão de um suprimento de munição. As descrições sobre os impactos e as formas de resposta permitiram apreender os detalhes das mudanças sociais que ocorreram a partir do desastre (Dynes; Quarantelli, 1993 *apud* Marchezini, 2018, p. 45-46).

O sociólogo Marcus Mattedi (2017) fez uma revisão do debate sobre o desastre enquanto fenômeno sociológico²⁰⁰. Ele analisou a variedade de concepções e a diversidade de interesses que geram as controvérsias e tensões no estudo deste fenômeno e fazem do tema um desafio, ao mesmo tempo, cognitivo e político. Destaca-se a controvérsia interdisciplinar sobre a oposição “natural-social” e alguns temas problematizados no interior da sociologia que são relevantes no debate conceitual dos desastres naturais e desastres tecnológicos. Essa tipificação considera o agente causador de desastres como sendo de origem natural, humano ou antropogênico e misto, conforme estabelece a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Segundo Mattedi (2017), a visão moderna da natureza se faz presente na preocupação sociológica com os desastres naturais, como também na forma de selecionar os dispositivos de segurança e risco. A concepção vigente se evidencia na

²⁰⁰ A revisão sobre as controvérsias no estudo dos desastres, feita por Marcos Mattedi (2017).

maneira como as questões ambientais, tecnológicas, alimentares e sanitárias são inseridas nos processos relativos ao desenvolvimento de informações, discursos, normas, crenças, ferramentas. Apoiado em Latour (1999), ele ressalta que “a sociedade e natureza vão deixando de ser consideradas como entidades fixas e a própria separação natural-social se transforma em pontos de negociação sociotécnica” (Mattedi, 2017, p. 262). Nessa perspectiva analítica, os desastres são fenômenos multidimensionais que remetem ao estudo dos pontos de interseção entre o social e o natural. O autor considerou que “a modificação das concepções de natureza faz com que, inclusive, eventos que historicamente eram considerados como exteriores à sociedade passem a ser considerados como produzidos socialmente” (Mattedi, 2017, p. 262). A conclusão do autor é que os desastres naturais podem ser analisados, ao mesmo tempo, como fenômenos naturais e fenômenos sociais.

Decerto, o fenômeno dos desastres se tornou cada vez mais complexo devido à ampliação e à intensificação dos “riscos fabricados” pela sociedade industrial moderna (Beck, 2011). A análise da modernidade é um tema basilar da sociologia, desde os pensadores clássicos, e voltou à pauta por meio das teorias críticas, tais como a modernização reflexiva (Ulrich Beck, 2011; Anthony Giddens, 1991, 1997; Scott Lash, 1997). Os autores consideram que os processos definidores da modernização reflexiva ainda estão em curso. Por isso, admitem a possibilidade de haver muitas modernidades e apresentam novas abordagens sobre o tema, seus riscos, suas contradições e seus paradoxos.

Na avaliação da socióloga Norma Valencio (2009, p. 5), a sociologia brasileira ainda não se debruçou detidamente sobre os desastres que assolam o país, deixando os especialistas de outras áreas de conhecimento bastante à vontade para a divulgação científica de suas interpretações, “muitas com identificáveis conotações preconceituosas e antidemocráticas”. Para a autora, se fazem necessárias as “contribuições de caráter crítico para arejar ideias em subsídio ao fortalecimento dos movimentos sociais, ao aperfeiçoamento de políticas públicas, à deflagração de novos patamares de compromisso do Estado com a transformação social” (Idem).

A proposição do sociólogo Enrico Quarantelli (2015) é a referência teórica preliminar desta pesquisa sobre o aspecto político-institucional como fator determinante das condições de vulnerabilidade da sociedade face ao desastre da Samarco. Ele demarcou os fundamentos sociológicos para compreender os desastres

como um fenômeno social mundial. Esta definição se tornou um paradigma básico, substituindo o conceito antecedente de desastre enquanto fenômeno natural. O autor acrescentou duas noções inter-relacionadas ao paradigma básico. Os desastres são fenômenos sociais inerentemente, porque as delimitações temporais e espaciais são bem definidas e exprimem as condições que precedem o impacto. Nesse sentido, disse o autor, os desastres são consequências da mudança social que ocorre no tempo e no espaço social. Assim, ele demarcou a diferença com outras visões que utilizam de forma restrita o tempo cronológico e o espaço geográfico, ao enfatizar os aspectos sociais dos desastres e distinguir as suas causalidades e os riscos naturais.

A segunda noção estabelece que a origem dos desastres se encontra no próprio sistema, em que aparecem como manifestações das vulnerabilidades da sociedade correspondentes às deficiências existentes na estrutura social ou no sistema social. O autor foi enfático, ao afirmar que os desastres são acontecimentos sociais que não podem existir fora das ações e decisões dos seres humanos e suas sociedades. Ele destacou também a importância de incorporar ao estudo dos desastres as grandes transformações do mundo contemporâneo, dentre as quais, as implicações da expansão da economia de mercado devido a sua dinamicidade (Quarantelli, 2015).

Nessa perspectiva, se buscou identificar os determinantes político-institucionais da vulnerabilidade da sociedade face ao desastre da Samarco. Entre os fatores gerais relevantes, encontram-se, por exemplo, as mudanças ocorridas na virada do milênio, que moldaram o poder institucional brasileiro à dinâmica do mercado globalizado. A proposição do autor contribuiu para compreender como as falhas existentes nas estruturas macrosociais repercutiram na vulnerabilidade político-institucional. No contexto das mudanças econômicas e político-institucionais, foram identificados vários problemas na regulamentação, regulação, licenciamento e fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração, abordados mais à frente.

Valencio (2009, p. 5), em consonância com a argumentação de Quarantelli, ressaltou o papel do Estado neste debate, ao definir que “desastre é, antes de tudo, o fenômeno de constatação pública de uma vulnerabilidade na relação do Estado com a sociedade diante do impacto de um fator de ameaça de que não se conseguiu, a contento, impedir ou minorar os danos e prejuízos”. Em publicação mais recente,

Valencio (2016) tratou do papel do Estado na construção de condições de vulnerabilidade enquanto fator de risco de desastre e chamou a atenção para a complacência social com os processos indutores de tragédias, tendo o rompimento da barragem de Fundão como um episódio emblemático da vulnerabilidade da sociedade. De acordo com a autora, do ponto de vista econômico e espacial, os megaempreendimentos são sistemas gigantescos acoplados à dinâmica do mercado por estratégias exitosas de acumulação da indústria extrativista. As forças políticas dominantes estão ligadas a tais investimentos por meio da sua questionável visão de progresso, “[...] pois isso amplia o seu capital social e garante a continuidade de seu controle sobre o aparato estatal” (Valencio, 2016, p. 44).

Trata-se de uma arquitetura de poder com uma ideia tênue de segurança. A autora apontou o papel do Estado na construção de condições de vulnerabilidade da sociedade e destaca dois elementos subjetivos presentes nas estratégias exitosas de acumulação capitalista da indústria extrativista. Por um lado, a “questionável visão de progresso” das forças políticas dominantes ligadas a esses investimentos e, por outro, a “complacência social” com os processos indutores de tragédias por meio desses empreendimentos gigantescos.

Dessa perspectiva, Valencio (2016) assinalou o modo como os territórios são submetidos aos processos indutores de tragédias. Nesse sentido, enfatizou o aspecto do ajustamento hierárquico dos territórios às demandas do mercado globalizado, destacando como essa articulação entre ação econômica e política resulta em limites mais restritos à vida biológica, conformando o fenômeno da biopolítica (Foucault, 1999). A aceitação de grandes objetos técnicos, fruto da articulação tecnopolítica dos empreendedores, sufoca possíveis contestações. Essa arquitetura de poder cria margens sociais onde a segurança é precária. Nessas áreas, o meio técnico identifica riscos geológicos, hidrológicos e infraestruturais, transformando-as em “áreas de risco”. Desse modo, “essas tecnicidades desumanizadoras insistem em perder de vista a compreensão do risco como processo relacional político e econômico entre diferentes espaços” (Idem, *ib.*, p. 45).

Complementando o argumento de Valencio (2016), Coelho *et al.* (2017) destacaram o modo como ocorre a relação das forças políticas e econômicas no caso dos megaempreendimentos. Para tanto, esses autores analisaram os riscos de desastres ambientais das barragens de rejeitos localizadas em regiões minero-

metalúrgicas brasileiras. Suas contribuições são elucidativas quanto a esses processos. Desse ângulo, afirmaram que “[...] as regiões econômicas são concebidas por agentes governamentais, formuladores e executores dos projetos políticos-territoriais, e por empresas privadas para elas atraídas” (Idem, p. 92). Os projetos privados articulados às políticas públicas se beneficiam dos recursos naturais, de isenções fiscais, estímulos creditícios e infraestruturais. Trata-se de estratégias planejadas pelos governos e apoiadas por grandes e médias empresas (ou vice-versa) para produzir e reproduzir “regiões de acumulação capitalista” definidas como “regiões estratégicas físicas e socioeconômicas, que seguem o cenário de interações com a escala internacional” (Coelho *et al.*, 2017, p. 85) ²⁰¹. Os referidos autores ressaltaram que, para torná-las atraentes ao capital internacional e nacional, os governos criam regras e controles, investimentos e motivações econômicas, visando à maior lucratividade nos processos acumulativos capitalistas.

As análises de Coelho *et al.* (2017) se situam no âmbito do planejamento e implementação de políticas de desenvolvimento econômico. Desse ponto de vista, a promessa de progresso social através da indústria extrativista apresenta uma contraface nebulosa dos processos de espoliação²⁰² dos recursos naturais e de outros bens materiais e imateriais que moldam a vida das pessoas e o ambiente onde vivem. Essas abordagens críticas ao modelo vigente, ainda que sejam objeto de debate, fundamentam o estudo científico dos efeitos desastrosos da mineração enquanto estratégia de desenvolvimento, tendo em vista que “[...] as mineradoras, neste cenário, centram suas ações estratégicas na lucratividade, na redução dos custos de produção, na ampliação das escalas de produção e de produtividade, as quais se tornam muito mais agressivas no contexto de queda dos preços das *commodities*”

²⁰¹ Coelho *et al.* (2017, p. 85) fazem a distinção entre regiões naturais e regiões econômicas: “por região, conceito caro ao pensamento geográfico, entendem-se as unidades espaciais delimitadas de acordo com um recorte temático do espaço. Diferentemente das regiões naturais, as regiões são dotadas de características físicas, políticas e econômicas específicas, que contam com a existência de conexões entre lugares, próximos ou distantes, por meio de redes. As regiões econômicas são planejadas e construídas por seus atores. Elas são, portanto, resultantes de decisões governamentais, com participação, principalmente, das empresas, públicas e privadas, e das corporações financeiras, nacionais e internacionais, com papel reduzido das sociedades locais. Em outros casos, elas podem surgir de decisões empresariais e serem estimuladas e suportadas pelos governos”.

²⁰² O conceito de espoliação, enquanto herança colonial que perdura na América Latina, tem sido retomado por alguns pesquisadores para analisar os processos da vida orgânica e também as formas de espoliação no ciberespaço: Arakin Queiroz Monteiro, “Trabalho, Ciberespaço e Acumulação Via Espoliação” (2007) José Geraldo de Souza Junior, em “Territórios de Conhecimento e de Intersubjetividades: um lugar social para a Universidade” (2021).

(Zorzal, 2020, p. 239).

O olhar desse prisma evidenciou o entrelaçamento do poder institucional com as corporações mineradoras numa dinâmica econômica portadora de uma ideia tênue de segurança. Dessa perspectiva analítica, se tornou compreensível a fragilidade legislativa da segurança de barragens, como também a fragilidade institucional dos órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da segurança das barragens de mineração, mesmo depois da promulgação da política pública e normativas que regulamentaram o controle do risco de barragens. Por consequência, a fragilidade legislativa, institucional e operacional de tais instituições contribuiu para a construção das condições de vulnerabilidade da sociedade face aos perigos da barragem de Fundão.

As formas de manifestação da vulnerabilidade político-institucional serão vistas adiante. Por enquanto, é necessário apresentar as relações entre risco e vulnerabilidade, tendo em vista que a vulnerabilidade é um elemento chave da concepção de risco.

5.1.2 Definição e dimensões do risco de desastres

Embora a palavra “risco” não tenha uma origem etimológica precisa, se reconhece amplamente que a noção de risco surgiu ligada ao seguro marítimo e era utilizada para descrever os perigos que poderiam ocorrer durante uma viagem²⁰³. Segundo Giddens (2000), essa noção foi propagada pelos espanhóis e portugueses, nos séculos XVI e XVII, durante os “descobrimentos”. Desde então, o estudo do tema

²⁰³ Segundo Fernandes (2016, p. 121), “[...] em termos exatos e historicamente datados, o mais antigo contrato de Seguro escrito conhecido parece datar de 1347 e foi celebrado em Génova, sendo igualmente de génese italiana as primeiras leis escritas sobre seguros, embora não nos chegue de Itália a obra mais emblemática sobre o tema, como veremos à frente. Mas também em Portugal, mais precisamente no reinado de D. Fernando, uma lei aprovada entre 1367 e 1383 encarregou-se de instituir um seguro marítimo obrigatório para todos os navios com mais de 50 toneladas que existissem no país. É de 1367 a criação, pelo mesmo D. Fernando, da *Companhia das Naus*, a qual exigia o registo de todos os navios nas condições referidas supra, bem como o pagamento de dois por cento de todos os lucros líquidos apurados nas viagens efetuadas por esses navios, efetuado nas Bolsas de Lisboa e do Porto. Com o fruto desses pagamentos, constituiu-se um fundo destinado a indemnizar “todos aqueles que perdessem os seus navios por naufrágio, apresamento ou roubo”.

se ampliou para diversas áreas do conhecimento e subsidia os processos de normatização e garantias em diferentes setores da sociedade contemporânea.

Atualmente, a noção de risco alargou-se e tem sido utilizada em diversas áreas do conhecimento científico e outros campos da vida social. É uma abordagem essencialmente direcionada para possíveis situações futuras (Areosa, 2012). Conforme o autor, o debate sobre a capacidade de controle de riscos contém preliminarmente uma dimensão teleológica que remonta aos conceitos aristotélicos de “ato e potência”, abrange o pensamento hobbesiano sobre “causa e efeito”, bem como a problematização humeana em relação ao “nexo causal”, chegando à atualidade em diferentes abordagens sobre a causalidade como um processo heurístico complexo, por exemplo, a teoria dos sistemas sociais em Luhmann (1997).

Segundo Areosa (2019), o conceito técnico de risco é definido como uma probabilidade de ocorrência e também associado à magnitude de suas consequências. Essa é a visão predominante daqueles que utilizam o modelo probabilístico desconsiderando as dimensões sociais presentes no contexto em que ocorre a situação arriscada. O autor destacou outros aspectos importantes na abordagem ao risco, tais como a “voluntariedade”, a “capacidade pessoal de influenciar o risco”, a “familiaridade com os riscos”, a “equidade na sua distribuição social”, a “controlabilidade” e as “formas de resposta pública perante um potencial catastrófico” (Idem, p. 36). Nesse sentido, conforme o autor, o risco é um conceito complexo, difícil de ser objetivado, com limites de fronteiras ambíguos, devido aos múltiplos significados e conotações das abordagens disciplinares, como também da aplicabilidade em diferentes contextos sociais.

Na esfera do mercado são feitos estudos complexos e especializados sobre diferentes tipos de risco para as grandes empresas elaborarem estratégias que reduzam a sua vulnerabilidade em relação às ameaças aos negócios. Desse modo, a noção de risco extrapolou o aspecto estritamente comercial e tem sido utilizada para interpretar e explicar diferentes tipos de ameaças à economia corporativa, tais como risco país, risco político e risco social.

Uma contribuição elucidativa sobre a abrangência do uso do conceito na

atualidade é apresentada por Raquel Giffoni Pinto (2019, p. 18)²⁰⁴, apoiada em Bekefi e Epstein (2006): “[...] os riscos políticos podem ser definidos enquanto ações de um poder político que ‘ameaçam’ o valor da empresa”. Concretamente, concernem às incertezas sobre confisco, expropriação, quebra de contrato, suspensão de concessões, violações de compromissos governamentais, violência política, dentre outros. O risco político se diferencia do risco país, que remete às incertezas quanto às taxas de juros, de câmbio, da inflação, enfim, “envolve um conjunto de ações institucionais associadas à insegurança dos capitalistas sobre o retorno dos investimentos econômicos realizados em um país” (Idem). A autora destacou os setores industriais mais sujeitos aos riscos políticos, entre os quais, as grandes instalações, como minas, portos, refinarias, empresas extrativas, enfim, os grandes empreendimentos que geram insatisfação às comunidades.

Quanto à atuação das empresas e consultores, a autora demonstrou como o mundo empresarial tem se preocupado com a emergência do chamado “risco social”, definido sucintamente como “aquele que povos politizados e críticos às práticas empresariais podem trazer ao curso dos negócios” (Pinto, 2019, p. 11). Assim, ela evidenciou a maneira como as grandes corporações têm analisado esse tipo de risco, bem como as estratégias por elas adotadas para se protegerem das ameaças dos movimentos sociais e dos povos politizados aos megaempreendimentos geradores de tragédias. É importante frisar que aquilo que as empresas entendem como riscos políticos é analisado pela autora como violação ao exercício democrático da luta por direitos.

Esta breve introdução sobre o tema visou tão somente apontar a abrangência do conceito e sua aplicação em diferentes áreas da vida social. De maneira específica, os marcos conceituais relativos ao risco e à redução de risco de desastres serão focalizados a seguir.

Inicialmente, vale lembrar que a noção de reduzir o risco de desastres é

²⁰⁴ Segundo Raquel Giffoni Pinto (2019, p. 19), “desde 1970 as empresas do setor público e privado começaram a oferecer seguros contra riscos políticos tais como: confisco, expropriação, quebra de contrato, nacionalização, suspensão de concessões, licenças de operação ou exploração, guerra, terrorismo, sabotagem, restrições cambiais, violações de compromissos governamentais, violência política (essa pode ser diretamente relacionada às práticas da empresa segurada ou internas à política nacional, mas que ainda assim impossibilitem os lucros das operações multinacionais), transferência de risco e inconversibilidade. Esses seguros têm valores altos e, ainda que alguma cobertura seja obtida, ela está limitada aos riscos quantificáveis e provados (Bekefi; Epstein, 2006)”.

recente. O aumento dos desastres tem desafiado os estudiosos do tema a aprimorarem a compreensão sobre o risco, notadamente os riscos de origem antrópica. Os estudos sobre os desastres, até recentemente, abordavam quase que exclusivamente os desastres naturais. Porém, a inclusão dos riscos antrópicos no escopo da análise dos desastres demandou um olhar contextualizador do fenômeno. Significa dizer que é preciso identificar os diferentes fatores intervenientes e determinantes do risco de desastres, dentre os quais, o perigo enquanto processo, fenômeno ou atividade humana, e também a exposição dos vulneráveis ao perigo.

A - Definição de risco de desastre

A definição de risco de desastre considera que “o risco é expresso como a probabilidade de perda de vidas, ferimentos ou destruição e danos resultantes de um desastre num determinado período de tempo (UNDRR, 2020, s/p)”. O conceito é controverso por se tratar da probabilidade ou possibilidade da ocorrência de eventos futuros e seus impactos na dinâmica do mundo social²⁰⁵.

O risco de desastres tem origem numa variedade de tipos de risco e suas consequências (Beck, 2011). A redução do risco de desastre tornou-se uma meta compartilhada pelos países em âmbito internacional devido ao aumento da frequência de desastres e à ampliação das áreas de risco com exposição dos seres humanos, seus bens e o ambiente em que vivem. Os desafios para a compreensão do fenômeno decorrem da diversidade de perfis de perigos tecnológicos, ambientais, biológicos, sociais, dentre outros²⁰⁶, como também da variedade dos efeitos potenciais, danos e prejuízos sobre os sistemas complexos que organizam as sociedades humanas.

O aprofundamento teórico sobre o tema aprimorou os conceitos, permitindo avanços significativos na elaboração de modelos analíticos desenvolvidos por

²⁰⁵ Conforme Areosa (2012, p. 13), “actualmente, o conceito probabilístico do risco é alvo de inúmeras críticas, quer pela sua inadequada aplicação em certas situações, quer pelo uso enviesado que alguns peritos lhe conferem”. Sobre o estudo das probabilidades, o autor citou Bertrand Russel que formulou o “princípio da indução” a partir da associação frequente de eventos e, em oposição a esse princípio, Goodman (1954) preconizou que nem todas as regularidades observadas no passado são suscetíveis de originar previsões.

²⁰⁶ O glossário da UNDRR (2020) contém 302 perfis de perigos, elaborados por meio de um processo consultivo aos cientistas e especialistas de diversas partes do mundo, e que constam no relatório técnico “Definição de *Hazard* & Revisão de Classificação”.

integrantes de fóruns de debates cada vez mais ampliados. Nesse sentido, a definição dos componentes e da dinâmica do risco de desastres contribuiu para aprimorar a compreensão do fenômeno. De acordo com os especialistas que subsidiam a estratégia de redução do risco de desastre proposta pelas Nações Unidas, os riscos são uma função do perigo, tendo em conta o número de pessoas e bens expostos e a vulnerabilidade aos danos. A compreensão do fenômeno é assim definida:

Os desastres são por vezes considerados choques externos, mas o risco de desastres resulta da complexa interação entre processos de desenvolvimento que geram condições de exposição, vulnerabilidade e perigo. O risco de desastre é, portanto, considerado como a combinação da gravidade e frequência de um perigo, do número de pessoas e bens expostos ao perigo e da sua vulnerabilidade aos danos. O risco intensivo é o risco de desastre associado a eventos de baixa probabilidade e alto impacto, enquanto o risco extenso está associado a eventos de alta probabilidade e baixo impacto (UNDRR s/d, s/p)²⁰⁷.

A definição faz uma demarcação crucial, ao considerar que os desastres não derivam de “choques externos”. Esse entendimento coaduna o argumento de Quarantelli (2015) de que os desastres têm origem no próprio sistema no qual aparecem. Embora a formulação do autor não seja sobre o tema risco de desastre, ele enfatizou as ações desenvolvidas antes, durante e depois dos desastres. Por essa razão, destacou que a análise deve buscar compreender “em que medida o desastre reflete os aspectos nocivos de processos sociais contínuos, ou seja, a estrutura de pré-desastre e as dinâmicas do sistema social em questão” (Idem, p. 43). Entre os exemplos, ele destacou a permissão da concentração de populações em planícies de inundação ou encostas vulcânicas, a construção de estruturas não resistentes contra terremotos, o fornecimento de informação ou sinal de alerta inadequados em caso de tsunamis. Portanto, os desastres não são “choques externos”, porque as causalidades extrapolam o “agente do desastre em si” devido às dinâmicas do sistema social que podem reproduzir processos geradores de desastres.

O entendimento é que o risco de desastres resulta dos “processos de desenvolvimento que geram condições de exposição, vulnerabilidade e perigo” (UNDRR s/d, s/p). Essas três dimensões devem ser consideradas analiticamente, em

²⁰⁷ Conforme a UNDRR (s/d, s/p), “*disasters are sometimes considered external shocks, but disaster risk results from the complex interaction between development processes that generate conditions of exposure, vulnerability and hazard. Disaster risk is therefore considered as the combination of the severity and frequency of a hazard, the numbers of people and assets exposed to the hazard, and their vulnerability to damage. Intensive risk is disaster risk associated with low-probability, high-impact events, whereas extensive risk is associated with high-probability, low-impact events*”.

suas especificidades, embora se manifestem de forma imbricada nos casos empíricos. Os especialistas da UNDRR (2020) concordam que a redução dos riscos e ameaças à segurança humana demanda medidas para aumentar a sustentabilidade dos processos de desenvolvimento econômico e reduzir a vulnerabilidade aos riscos de desastres. Embora sejam premissas diretas e unívocas, o desafio da formulação e implementação de medidas estratégicas encontra-se na compreensão da dinâmica do risco de desastres, combinada com a complexidade dos processos de desenvolvimento que geram condições de exposição, vulnerabilidade e perigo.

Depreende-se, então, que a redução dos riscos antrópicos requer definições de padrões de segurança em duas dimensões do fenômeno tanto no controle da gravidade e frequência do perigo quanto em medidas para reduzir o dano potencial às pessoas e bens vulneráveis aos perigos. O risco de barragens de mineração exemplifica os desafios da redução dos riscos antrópicos, porque demanda padrões de controle não só do risco estrutural, para evitar o agravamento do perigo, mas também do dano potencial às pessoas e bens expostos ao perigo e a sua vulnerabilidade aos danos.

Desse ponto de vista, se destaca a importância do poder institucional, que tem o papel de regular, regulamentar, licenciar e fiscalizar a segurança de barragens de rejeitos de mineração. As falhas do poder institucional no cumprimento de suas atribuições aumentaram a suscetibilidade da sociedade aos impactos dos perigos potenciais. No caso analisado, trata-se da definição dos padrões de controle e da garantia da observância do que foi estabelecido para o controle do risco estrutural e do dano potencial associado à barragem de Fundão. Por conseguinte, a análise da vulnerabilidade político-institucional extrapola a dimensão das consequências do perigo, abrangendo as ações (ou a inação) do poder institucional no exercício do seu papel constitucional de garantir o controle do risco de barragens. Essa é a perspectiva da vulnerabilidade político-institucional compreendida como fator agravante do risco de desastre.

B - Dimensões do risco de desastres

O Marco de Sendai para a redução do risco de desastres (2015-2030), considera que há necessidade de uma ação focada para atingir o resultado e o objetivo esperados. Para isso, a primeira prioridade de ação refere-se à compreensão do risco de desastres. Sobre essa prioridade, destaca que “as políticas e práticas para a gestão do risco de desastres devem ser baseadas em uma compreensão clara do risco em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e do meio ambiente” (Marco de Sendai, 2015, p. 10). Como sublinhado no item anterior, o entendimento do risco de desastre está intimamente atrelado ao processo de desenvolvimento econômico que produz, como efeito das dinâmicas de mudanças socioeconômicas, condições ou situações de perigo, exposição ao perigo e vulnerabilidade que se manifestam de forma multifacetada. Essas três dimensões do risco constituem o núcleo principal do conceito. Por isso, elas são tratadas a seguir.

I – Perigo

Em 2017, a Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU) aprovou a definição de perigo como “um processo, fenômeno ou atividade humana que pode causar perda de vida, ferimentos ou outros impactos na saúde, danos materiais, sociais e perturbação econômica ou degradação ambiental” (UNDRR s/d, s/p). O conceito foi ampliado com a inclusão de processos ou atividades humanas. Os perigos podem ser caracterizados por diferentes intensidades ou magnitudes, duração, velocidade, variadas escalas de tempo e espaços da área que cobrem.

Essa abordagem contextualizada dos perigos reconhece explicitamente a existência de vários intervenientes no risco de desastres, tais como os aspectos naturais, humanos, sociais, econômicos e culturais. Outro destaque é a complexidade dos perigos na sociedade contemporânea, cujos “gatilhos” e efeitos “em cascata” demandam compreender as correlações ou interações entre os perigos (ONU, 2020, p. 25). Soma-se ainda a criação de riscos novos e interligados que têm origem nas

mudanças climáticas e no desenvolvimento econômico globalizado²⁰⁸.

O entendimento atual leva em conta a dinâmica do risco de desastres que implica considerar a gravidade do perigo e as características que tornam as pessoas e locais expostos e vulneráveis. A perspectiva considera que a redução da vulnerabilidade incide na evolução da dinâmica do risco de desastres, o que tem estimulado a pesquisa sobre essa dimensão.

O estudo do caso Samarco se inscreve no perfil dos perigos tecnológicos que têm origem em “condições tecnológicas ou industriais, procedimentos perigosos, falhas de infraestrutura ou atividades humanas específicas” (ONU, 2020, p. 54). As falhas de barragens estão incluídas nesse tipo de perigo, cuja definição utilizada pelas Nações Unidas é a mesma do ICOLD (2015)²⁰⁹. Ambos apresentam uma descrição sobre colapso de barragem incluindo a inundação com risco de vida pela alta velocidade e grande volume de água, destacam que a energia do movimento poderá causar danos significativos aos que estiverem a jusante da barragem, bem como os critérios de classificação de barragens (composição, altura e volume do reservatório) e as formas de construção de barragens, segundo a definição da FEMA (2017)²¹⁰.

II – Exposição ao risco de desastres

A exposição é outro componente do risco de desastres, definida como “a situação das pessoas, infraestruturas, habitação, capacidades de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas propensas aos perigos” (ONU, 2020,

²⁰⁸ Conforme a UNDRR (s/d, s/p), “Disaster risk has many characteristics. In order to understand disaster risk, it is essential to understand that it is: [...] Emergent and complex: many processes, including climate change and globalized economic development, are creating new, interconnected risks”.

²⁰⁹ ICOLD (*International Commission on Large Dams*). É uma organização internacional não governamental que fornece um fórum para a troca de conhecimento e experiência em engenharia de **barragens**. Fundado em 1928 e tem Comitês Nacionais de mais de 100 países com aproximadamente 10.000 membros individuais. Os membros do ICOLD são essencialmente engenheiros, geólogos e cientistas atuantes em organizações governamentais ou privadas, empresas de consultoria, universidades, laboratórios e empresas de construção.

²¹⁰ FEMA (*Federal Emergency Management Agency*). A Agência Federal de Gestão de Emergências é uma agência do governo dos Estados Unidos da América. Emprega mais de 20.000 pessoas em todo o país. Com sede em Washington, DC, temos 10 escritórios regionais localizados em todo o país. Alavancamos uma tremenda capacidade de coordenação dentro do governo federal para garantir que a América esteja equipada para se preparar e responder a desastres.

p. 55, tradução nossa). Essa exposição ao risco apresenta uma tendência ascendente. As barragens ilustram tal tendência porque, na medida em que aumenta o volume durante o processo de enchimento, amplia-se a área de abrangência exposta aos impactos potenciais em caso de ruptura ou acidentes.

O caso Samarco exemplifica o problema de erros na avaliação dessa dimensão do risco de desastre. A barragem deu sinais de ruptura um ano antes do desastre quando se elevou a probabilidade de ocorrência de risco efetivo. Ela continha cerca de cinquenta milhões de toneladas de rejeitos. Os gestores, diretores e proprietários da empresa falharam no controle do risco crítico da barragem, como também na definição da área de abrangência dos impactos. Por decorrência, a região exposta ao perigo foi surpreendida com a avalanche de rejeitos sem se preparar para enfrentar as consequências do desastre.

A capacidade é outro conceito importante na estratégia de redução do risco de desastres. É definida como “[...] a combinação de todos os pontos fortes, atributos e recursos disponíveis dentro de uma organização, comunidade ou sociedade para gerir e reduzir os riscos de desastres e fortalecer a resiliência” (ONU, 2020, p. 55, tradução nossa). No caso dos riscos antrópicos, o desafio na redução da ocorrência de desastres demanda não só a capacidade de controle dos perigos, como também a diminuição da vulnerabilidade da área propensa ao perigo. O risco de barragens tem origem antrópica cujos fatores determinantes normalmente estão previstos e normatizados. Esse tipo de risco demanda capacidade de fiscalização e controle para evitar que o agravamento do perigo resulte em risco efetivo. O caso Samarco exemplificou os problemas decorrentes das falhas não diagnosticadas pelas instituições de fiscalização, controle e gerenciamento dos riscos da barragem, cujos efeitos foram devastadores.

III – Vulnerabilidade ao risco de desastres

A vulnerabilidade é um conceito polissêmico, utilizado em diferentes áreas do conhecimento para compreender problemas específicos (Porto, 2011). Em virtude da crescente importância dos desastres na agenda contemporânea, o debate sobre vulnerabilidade adquiriu grande relevância. Contempla abordagens abrangentes a

partir de diferentes eixos, como o físico, social, econômico, cultural, organizacional, territorial, ambiental e institucional.

Enquanto componente do risco de desastres, a vulnerabilidade é definida como “as condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos dos perigos” (ONU, 2020, p. 55). Trata-se das características e circunstâncias de uma comunidade, sistema ou ativo que os tornam suscetíveis aos efeitos de um perigo. Ao estabelecer o que torna as pessoas vulneráveis, a definição foi assim complementada [...] “a vulnerabilidade é a dimensão humana dos desastres e resulta de uma série de fatores econômicos, sociais, culturais, institucionais, políticos e psicológicos que moldam a vida das pessoas e o ambiente em que vivem” (UNDRR, 2020, tradução nossa)²¹¹.

A análise da vulnerabilidade deve considerar a dinâmica do risco de desastres. A redução do risco abrange três dimensões, considerando a combinação da gravidade e frequência de um perigo, do número de pessoas e bens expostos ao perigo e da sua vulnerabilidade aos impactos. A vulnerabilidade deve ser analisada em relação ao perigo. É uma relação que supõe verificar a gravidade e frequência do perigo na origem do fenômeno e, em casos de riscos antrópicos, avaliar a capacidade de controle para evitar que o perigo se torne um risco efetivo. Por outro lado, a análise dos efeitos do perigo implica avaliar a exposição e a vulnerabilidade que também são determinantes da dinâmica do risco de desastres. A redução dos efeitos implica fortalecer a capacidade instalada e a resiliência na região propensa aos impactos.

No caso de barragem, os fatores político-institucionais são intervenientes na dinâmica do risco, seja no controle do perigo da estrutura, seja na redução ou mitigação dos danos potenciais que podem atingir os vulneráveis expostos aos riscos da barragem. Isso porque o poder institucional tem o dever de regulamentar, regular, licenciar e fiscalizar a segurança de barragens, estabelecer padrões e normas de segurança para o licenciamento e a fiscalização das barragens, além do conjunto de ações previstas na política pública para garantir a segurança das estruturas e reduzir a possibilidade de acidentes ou desastres.

²¹¹ Conforme a definição de vulnerabilidade enquanto componentes do risco de desastre. Disponível no portal da UNDRR: <https://www.preventionweb.net/understanding-disaster-risk/component-risk/vulnerability>.

A vulnerabilidade é uma condição circunstancial. Enquanto o perigo estiver controlado, o ambiente estará mais seguro e menos exposto aos riscos. As circunstâncias mudam quando o perigo não é controlado e se transforma em risco efetivo. Diante do perigo, o ambiente ao redor se torna vulnerável e poderá sofrer danos e prejuízos. Trata-se da situação em que se encontram as pessoas, infraestruturas, habitação, capacidades de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas propensas aos perigos.

A análise da vulnerabilidade deve identificar e caracterizar os fatores que fazem do perigo um risco efetivo, como também verificar a situação do ambiente exposto e os efeitos que podem torná-lo vulnerável ao perigo. Na medida da exposição ao perigo todo ambiente está vulnerável, mas nem todos estão nas mesmas condições devido às assimetrias na capacidade das pessoas de enfrentarem os impactos, danos e prejuízos, assim como às condições diferenciadas dos bens expostos ao perigo. A análise da vulnerabilidade em áreas propensas aos perigos contribui para elaborar estratégias de redução do risco de desastres²¹². É uma área de estudo situada no campo dos problemas socioambientais e abrange os sistemas simples e complexos, estudados pelas ciências naturais, biológicas, ecológicas, ciências sociais e humanas (Porto, 2011).

O caso Samarco exemplifica a condição circunstancial da vulnerabilidade. Na medida em que aumentava o volume de rejeitos na barragem, expandia-se proporcionalmente a área propensa ao perigo. O desastre impactou uma área bem maior do que a estimada, evidenciando que a exposição e a vulnerabilidade não foram devidamente avaliadas em relação à escalada de gravidade do perigo. Por decorrência, os vulneráveis expostos ao perigo não estavam informados sobre o agravamento do risco da barragem devido aos problemas estruturais. Todos foram surpreendidos pelo desastre, exceto as corporações mineradoras proprietárias da barragem. Os impactos, danos e prejuízos inesperados causaram situações desordenadas, conflitos e crises por muitos anos em diferentes locais da região atingida pelo desastre.

²¹² O estudo da vulnerabilidade apresenta como resultado a construção de indicadores para monitoramento de problemas específicos, tais como o atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros (IPEA, 2015), o índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima (WWF; MMA, 2017), dentre outros.

A vulnerabilidade, enquanto dimensão do risco de desastres, é uma problemática específica cujos estudos têm sido impulsionados pela escalada deste fenômeno e seus efeitos dramáticos. O agravamento do risco de desastres resulta da complexa interação entre os processos de desenvolvimento local, regional, nacional que geram as condições de exposição, vulnerabilidade e perigo. Nessa perspectiva, a vulnerabilidade é complexa, porque tem múltiplas determinações, sendo impulsionada por vários fatores, nem sempre percebidos antecipadamente. Trata-se de uma cadeia causal cujos estudos prévios são reconhecidamente necessários no campo de estudos sobre riscos.

Os problemas do desenvolvimento econômico globalizado têm sido analisados pela Nações Unidas, cujas observações indicam que “aumentou a vulnerabilidade a catástrofes em alguns casos, ao mesmo tempo que aumentou a exposição a perigos noutros, à medida que mais ativos (e muitas vezes mais valiosos) são desenvolvidos em áreas propensas a perigos”²¹³. Nesse contexto, surgem riscos novos e interligados, tais como os riscos sistêmicos²¹⁴ que ameaçam os sistemas essenciais à sociedade, por exemplo, as infraestruturas, os cuidados com a saúde e as telecomunicações, os quais têm sido contabilizados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)²¹⁵.

O risco sistêmico concerne aos perigos que se espalham numa região, país e continentes através dos movimentos de pessoas, bens, capitais, informações e podem causar impactos em cascata, atingindo seres humanos, setores e sistemas. Seus danos e prejuízos podem perdurar por tempo imprevisível. O desafio é novo por se tratar de riscos antrópicos cujas causas podem ser evitadas ou controladas e os danos

²¹³ Trata-se dos especialistas que acompanham a implementação dos objetivos do milênio para o desenvolvimento sustentável e a estratégia para a redução do risco de desastres. Esta afirmação embasa os conceitos e princípios fundamentais para a compreensão do risco de desastres (UNDRR s/d, s/p).

²¹⁴ Conforme a definição do UNDRR (s/d, s/p), “o risco sistêmico está associado a impactos em cascata que se espalham dentro e através de sistemas e setores (por exemplo, ecossistemas, saúde, infraestruturas e sector alimentar) através dos movimentos de pessoas, bens, capitais e informações dentro e através das fronteiras (por exemplo, regiões, países e continentes). A propagação destes impactos pode levar a consequências potencialmente existenciais e ao colapso do sistema ao longo de vários horizontes temporais. A globalização contribui para o risco sistêmico que afeta as pessoas em todo o mundo”.

²¹⁵ Além da OCDE, outros fóruns estudam os riscos sistêmicos. Em 10 de março de 2022, o Conselho Científico Internacional (ISC), a Plataforma para a Promoção do Alerta Precoce e os Grupos de Trabalho de Risco-KAN publicaram uma nota informativa sobre risco sistêmico abordando os problemas concernentes ao risco climático, ambiental e de desastres (UNDRR s/d, s/p).

podem ser reduzidos ou mitigados. Esse é um diferencial significativo em relação aos fenômenos naturais que causam desastres em abrangência multiescalar desde tempos remotos.

A globalização mudou o modo de integração e interdependência dos países à economia mundial e intensificou a circulação de pessoas e mercadorias, ampliando as condições de riscos de desastres. Nesse contexto, o propósito das agendas intergovernamentais, entre as quais se destacam o Acordo de Paris, o Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Desastres e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é incidir sobre os padrões de desenvolvimento. A perspectiva da sustentabilidade contribuiu para aperfeiçoar os padrões de desenvolvimento que podem reduzir a vulnerabilidade dos sistemas sociais e ambientais e evitar novos riscos de desastres.

Dada a abrangência e complexidade do risco de desastres, a análise das evidências encontradas no caso Samarco se concentrou em duas dimensões: (a) vulnerabilidade da sociedade aos efeitos do perigo como consequência da vulnerabilidade político-institucional e (b) vulnerabilidade institucional expressa nos instrumentos jurídico-institucionais reguladores e nas instituições competentes para licenciar, fiscalizar e controlar as atividades relativas à mineração e às barragens de mineração existentes no Brasil. O propósito, como ressaltado anteriormente, foi enveredar pelo caminho das ausências e das fragilidades institucionais, nas diversas etapas de existência da barragem, para identificar os fatores ou processos político-institucionais como parte da situação multicausal que resultou no desastre.

5.2 VULNERABILIDADE DA SOCIEDADE: DETERMINANTES POLÍTICO-INSTITUCIONAIS

O termo sociedade aqui utilizado se refere ao conjunto dos indivíduos e famílias residentes na área à jusante da barragem de Fundão, considerando o ambiente em que vivem e os recursos necessários à produção e reprodução dos diferentes modos de viver. A sociedade dessa região impactada pelo desastre é conformada por várias

comunidades urbanas e rurais, grupos étnicos, bem como municípios de pequeno, médio e grande porte, organizados por diferentes modalidades socioculturais, socioeconômicas, socioambientais e variados níveis de integração às estratégias econômicas predominantes, dentre as quais, a produção mineral.

A análise da vulnerabilidade consistiu em verificar a interação entre o perigo e as circunstâncias que tornaram a sociedade e o ambiente da região impactada suscetíveis aos efeitos do perigo. No caso sob análise, o desastre teve origem em riscos antrópicos que poderiam ter sido controlados.

O controle do risco de barragens abrange, de um lado, a possibilidade de evitar o agravamento do risco estrutural e, de outro, a possibilidade de reduzir o dano potencial às pessoas e bens vulneráveis aos perigos da barragem, o que implica a gestão de risco, isto é, “ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos”, como a definição da PNSB, art. 2º, Inciso V.

A segurança de barragem é de responsabilidade do empreendedor, que é supervisionado pelos órgãos públicos competentes para o licenciamento ambiental e a fiscalização, conforme o arcabouço legal vigente. Por conseguinte, o relativo *gap* de regulamentação e de regulação da segurança de barragens de mineração, antes da promulgação da Lei Federal nº 12.334/2010 (PNSB), como também a fragilidade legislativa após a promulgação da referida lei, são analisados como determinantes das condições de vulnerabilidade político-institucional da sociedade exposta aos perigos da barragem de Fundão.

Essa vulnerabilidade político-institucional se refere às irregularidades, negligência e omissão do poder institucional no dever de definir e garantir a observância de padrões de segurança, de modo a evitar o agravamento dos riscos e contribuir para a redução do dano potencial às pessoas e bens vulneráveis aos perigos da barragem. No caso da barragem de Fundão, objeto desta investigação, o conjunto de evidências encontradas está organizado considerando as quatro principais etapas da trajetória de existência da barragem: licenciamento ambiental, fase de construção e operação, monitoramento da situação emergencial e rompimento da barragem de Fundão.

Considerando essas etapas, a sequência da análise focaliza: (a) as principais características da sociedade e do território atingido pelo desastre; (b) os dados e informações relativos à magnitude dos impactos; (c) as principais evidências da vulnerabilidade político-institucional da sociedade atingida face aos perigos da barragem de Fundão.

A - A sociedade exposta aos riscos da barragem de Fundão

A primeira observação digna de nota em relação ao empreendimento refere-se ao fato de as características da sociedade e do território da região exposta aos riscos da barragem de Fundão não terem sido devidamente consideradas nas avaliações de impacto ambiental realizadas pelo empreendedor e, subsequentemente, terem sido aprovadas pelo órgão ambiental licenciador. Após o rompimento da barragem, os impactos do desastre modificaram substantivamente as características da região atingida. Os dados e informações sobre os danos e prejuízos causados explicitaram a vulnerabilidade da sociedade face ao risco crítico da barragem (Brasil, MMA-Ibama, 2015).

A análise contextualizada da vulnerabilidade da sociedade demandou compreender as relações entre o poder político-institucional e as corporações mineradoras visando especificar o modo como estavam constituídos tanto a sociedade como o meio ambiente localizados nas áreas propensas aos perigos da barragem de Fundão. Entre os principais aspectos, destaca-se um: as áreas impactadas pelo desastre localizam-se numa região minero-metalúrgica concebida e desenvolvida por agentes governamentais os quais são formuladores e executores dos projetos políticos-territoriais em parceria com as mineradoras que exploram o minério de ferro (Coelho *et al.*, 2017).

Do ponto de vista espacial, a área de extração mineral, em Minas Gerais, está integrada às usinas de pelotização e aos portos, no Espírito Santo, por meio de redes de transporte do minério de ferro, sejam minerodutos ou ferrovias. As minas de Germano e Alegria e as usinas de pelotização da Samarco são interligadas por três minerodutos que atravessam 25 municípios brasileiros por cerca de 400km. O

empreendimento é um grande sistema acoplado à dinâmica do mercado internacional mediante a indústria extrativista.

Todas as áreas atingidas pelo desastre estão localizadas no sudeste brasileiro, que é rico em recursos minerais, infraestrutura energética e logística de transportes, necessários ao desenvolvimento de atividades econômicas e dinâmicas sociais. É uma região econômica interligada a outras escalas que abrigam redes produtivas de interesse do país e das empresas. As redes locais e regionais de relações econômicas, sociais e políticas são vantajosas para a criação de valor ou produção de riqueza.

No contexto da globalização, as estratégias econômicas consolidadas na região e inseridas na economia mundial foram remodeladas e intensificadas como iniciativas geopolíticas e geoeconômicas. Ademais, no mesmo período ocorreu a reforma do Estado brasileiro, que promoveu os ajustes à dinâmica do mercado globalizado. As estratégias de acumulação de riquezas, entre as quais, o extrativismo mineral, com destaque para a expansão da extração do minério de ferro, têm sido viabilizadas por meio de acordos setoriais privados, em escala global, contando com pleno suporte político-institucional brasileiro (Santos; Milanez, 2013).

A expansão da extração mineral demanda infraestrutura e logística de alto custo. O aumento da produção impacta no volume de rejeitos e no porte das barragens que integram os grandes projetos minerários. A barragem de Fundão foi construída na região onde se produz mais de 60% do minério de ferro brasileiro. O empreendimento fez parte de uma estratégia corporativa arrojada para dobrar a produção da empresa em curto prazo. A meta foi alcançada em oito anos. A estratégia foi implementada no período de aumento extraordinário da demanda mundial por minério de ferro, quando o preço da tonelada subiu de US\$32 (jan/2003) para US\$196 (abr/2008).

Configurou um empreendimento de grande porte cuja proposta de construção foi avaliada pelo órgão ambiental licenciador, que a classificou como Classe III devido ao alto potencial de danos ambientais e humanos. Antes do rompimento, a altura da barragem de Fundão era 110m e armazenava 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos, numa área total superior a 100 ha, com 761m de comprimento e 7m de largura, segundo os dados da Polícia Civil de Minas Gerais (2016). O planejamento,

construção e operação da barragem foi realizado pela mesma empresa, a Samarco Mineração S.A., uma *joint venture* pertencente à Vale S.A. e BHP-Billiton Brasil Ltda, que são grandes mineradoras reconhecidas como bem-sucedidas na produção de minério de ferro, com experiência acumulada por longos anos e possuidoras de várias barragens de rejeitos minerários. Apesar da boa reputação das empresas, o empreendimento foi desastroso e causou danos e prejuízos devastadores.

Quanto aos aspectos socioambientais, a localização da barragem implicava riscos graves para o seu entorno. A área situada na bacia hidrográfica do rio Doce é uma região rica em biodiversidade, com 98% de sua extensão inserida no bioma de Mata Atlântica e 2% em área de Cerrado. Conforme visto nos capítulos anteriores, os impactos dos rejeitos atingiram os municípios banhados pelos rios do Carmo, Gualaxo do Norte e Doce, por onde foi escoada a gigantesca onda de rejeitos de minério até o Oceano Atlântico, numa extensão de 663,2 km de corpos hídricos diretamente impactados (Brasil, MMA-Ibama, 2015), até chegar ao Oceano Atlântico, litoral do estado do Espírito Santo, onde também atingiu outros municípios, ao se espalhar pela costa capixaba, impactando “[...] uma ampla faixa litorânea de praia e aproximadamente 10 km mar adentro do Oceano” (Ramboll, 2018, p. 9). Segundo o ICMBio e o projeto TAMAR-Vitória-ES (2017), os sedimentos de rejeitos vindo do Rio Doce se espalharam pelo litoral e chegaram ao sul do estado da Bahia e ao norte do estado do Rio de Janeiro.

No primeiro processo de licenciamento ambiental da barragem de Fundão, o empreendedor apresentou a avaliação de impacto ambiental. Trata-se de uma obrigação normatizada pela Resolução CONAMA nº 1, de 1986, que estabeleceu os critérios e diretrizes para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Entre as determinações normatizadas, constam o diagnóstico e a definição dos limites da área a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos: Área Diretamente Afetada (ADA), a Área de Entorno (AE) e a Área de Influência Indireta (AII).

Os estudos prévios subavaliaram a área de exposição aos impactos potenciais da barragem de Fundão. A análise dos impactos bióticos e físicos da Área Diretamente Afetada (ADA) se restringiu à área a ser ocupada pela barragem do Fundão; quanto à Área de Entorno (AE), limitou-se à microbacia do córrego do Fundão, somando-se à barragem do Germano, apenas para os impactos físicos; e a Área de Influência

Indireta (AII) se restringiu à soma das duas anteriores, além da barragem de Santarém e da área de vegetação contígua junto a ela, para a análise biológica. Os impactos socioeconômicos foram avaliados na abrangência da mesma área delimitada como ADA, considerando apenas o povoado de Bento Rodrigues, na área do entorno, e incluíram os municípios de Mariana e Ouro Preto na área de influência direta (Poemas, 2015, p. 53)²¹⁶.

O Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM), órgão responsável pelo licenciamento ambiental, aprovou o EIA-RIMA, autorizando as áreas de impacto estimadas pelo empreendedor (ADA, AE, AII). Além do primeiro licenciamento ambiental, outros dois processos referentes à barragem de Fundão foram submetidos ao licenciamento. Em 2014, foram concedidas as Licença Prévia e de Instalação para Otimização da Barragem do Fundão. Em 2015, foram concedidas as Licença Prévia e de Instalação para Unificação de Fundão e Germano. As áreas foram mantidas com as mesmas definições e aprovadas pelo órgão licenciador nos três EIA-RIMAs (2005, 2012, 2013).

A sociedade exposta aos riscos da barragem permaneceu ignorada, apesar de os problemas estruturais da barragem terem se agravado de maneira irreversível e de o volume de rejeitos armazenados ter aumentado significativamente. Ter desconsiderado a sociedade exposta aos impactos potenciais resultou na falta de providências preventivas durante a escalada crescente dos riscos potenciais da barragem, tais como alertas precoces, definição de rotas de fugas, treinamentos e simulações de desastres.

As imagens a seguir mostram a área da bacia do rio Doce, a área estimada pelas empresas no EIA-RIMA e os municípios e distritos banhados pelo rio Doce que foram diretamente impactados. A Figura 57 é o mapa da bacia do rio Doce, destacando a calha principal do Doce diretamente impactada. À esquerda, há um pequeno círculo pontilhado em preto, identificando a localização do Complexo Minerador de Germano, da Samarco, onde se encontrava a maior parte das áreas

²¹⁶ As informações apresentadas pelo Poemas (2015, p. 53) foram complementares aos documentos utilizados na pesquisa e contribuíram para compreender as falhas dos estudos de impacto ambiental. Os dados constam no EIA-RIMA da barragem de Fundão, elaborado pela empresa Brandt Meio Ambiente (2005). Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Barragem de Rejeito do Fundão (pp. 289). Nova Lima.

estimadas pelo EIA-RIMA. A Figura 58 identifica a localização da barragem de Fundão, a barragem de Santarém e o povoado de Bento Rodrigues, que conformaram a área estimada de influência direta, embora não constem os municípios de Outro Preto e Mariana como área de influência indireta. A Figura 56 mostra os distritos e municípios localizados ao longo da calha principal do Doce que foram diretamente impactados.

Figura 56 - Área impactada pelo rompimento da barragem de Fundão



Fonte: Barcelos (2015), citado por Poemas (2015, p. 55).

Figura 57 - Área de Influência direta da BRF definida pelo EIA-RIMA (2005).



Fonte: G1 (2015a); Poemas (2015, p. 54).

Figura 58 - Área impactada pelo desastre da BRF ao longo da calha do Doce



Fonte: [EntreMentes: A tragédia de Mariana: três anos depois \(blogdopg.blogspot.com\)](http://blogdopg.blogspot.com). Blog do Paulo Gurgel.

B - Desastre multiescalar e múltiplas vulnerabilidades

Conforme visto no Capítulo III, o agravamento dos riscos da barragem de Fundão configurou uma situação de emergência, identificada em 27/08/2014, quando ocorreram os sinais de pré-ruptura no incidente do talude. Segundo o MPF (2016a), os engenheiros da Samarco identificaram a gravidade do problema e se reuniram com os consultores que advertiram para a hipótese de liquefação estática. O Conselho de Administração da Samarco foi informado do risco de ruptura, em 10/12/2014. No entanto, a decisão de acelerar a produção mineral sobrecarregou ainda mais a barragem. Desse modo, durante o ano de 2015, os riscos foram agravados pela intensificação da produção e aumento proporcional dos rejeitos armazenados na barragem, até o limite insuportável, a partir de alteamentos que descumpriram o padrão técnico de segurança.

A jusante da barragem de Fundão estava a sociedade exposta aos riscos e danos potenciais. Na medida em que aumentavam o volume de rejeitos na barragem, ampliava a área de abrangência dos danos potenciais. Em 2014, a barragem

armazenava milhões de toneladas de rejeitos quando os sinais de ruptura explicitaram o risco estrutural. A ampliação da magnitude dos impactos potenciais e o risco iminente mudaram as circunstâncias, pois aumentou a suscetibilidade da sociedade face ao novo grau de risco estabelecido. Diante do perigo, o ambiente a jusante da barragem se tornou vulnerável aos impactos potenciais. A abrangência dos impactos era previsível, a partir do dimensionamento da cubagem da velocidade de escoamento e pela densidade do rejeito, além da área de impacto direto, dentre outros. Ainda assim, a sociedade exposta ao risco continuou sendo ignorada e foi surpreendida pela avalanche de lama.

A escala microrregional e/ou macrorregional dos impactos e danos causados à sociedade, ao meio ambiente e aos recursos necessários à produção e reprodução dos diferentes modos de viver, naquela região, foi detalhada no Capítulo III, no Quadro 13 – Classificação de Impactos e Danos causados pelo desastre Samarco (p. 228).

Os aspectos ambiental, socioeconômico e humano, histórico-cultural, material e imaterial sintetizam os impactos e os efeitos causados, como consta no Quadro 14 – Quadro analítico de classificação das Categorias de Danos socioambientais (p. 237); Quadro 15 – Quadro analítico de Classificação das Categorias de Danos socioeconômicos (p. 241); Quadro 16 - Classificação das Categorias de Danos Humanos (p. 248).

A multiplicidade de danos causados pelos impactos do rompimento da barragem de Fundão se somou cumulativamente aos diferentes tipos de vulnerabilidade historicamente construída na região atingida pelo desastre, ao mesmo tempo em que explicitou o caráter multifacetado da vulnerabilidade, enquanto dimensão do risco de desastres, seja ambiental, socioeconômico, histórico-cultural e imaterial. Desse ângulo, os efeitos dos impactos do desastre têm sido identificados em múltiplas escalas, de forma dinâmica, sendo identificados em uma série de consequências negativas para a sociedade situada naquele território diretamente atingido. Tais efeitos reduzem a capacidade de superação dos problemas decorrentes das múltiplas consequências do desastre.

É importante frisar que o crescente aumento do número de desastres, com impactos cada vez maiores, tem aumentado o número de conflitos entre empreendedores e milhares de vítimas. Os conflitos advindos dos desastres

concernem às dinâmicas das relações que ocorrem em múltiplas escalas, atravessando as estratégias de desenvolvimento econômico, de mobilidade do capital e suas determinações sociais e históricas, nas formas de posse, propriedade, uso e ocupação dos solos, nos territórios rurais e urbanos.

Com efeito, cerca de dois milhões de pessoas foram atingidas, direta ou indiretamente, pelos impactos do rompimento da barragem de Fundão, segundo a estimativa do Movimento dos Atingidos por Barragens (Calvi, 2019, s/p). O reconhecimento dos atingidos pelo desastre tem sido objeto de inúmeras ações judiciais, em âmbito nacional e internacional. Alguns acordos foram feitos para a reparação dos danos e prejuízos. Por exemplo, o Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC), assinado em 02/03/2016, entre o Estado brasileiro e as corporações mineradoras proprietárias da barragem. Esse acordo criou duas instituições: O Comitê Interfederativo (CIF) com atribuições de acompanhamento, fiscalização e controle, e a Fundação Renova²¹⁷, com a finalidade de executar os 42 programas de reparação, compensação e mitigação criados pelo TTAC. Porém, passados oito anos, o número de vítimas reconhecidas ainda está muito aquém da estimativa dos atingidos (Estrela; Toledo; Cavalcante, 2023, s/p).

Tendo a vulnerabilidade político-institucional como referencial de partida para a compreensão do desastre da Samarco aqui analisado, o olhar voltou-se para os arranjos sociais, econômicos e institucionais, a fim de evidenciar os antecedentes do desastre sob o prisma da interação entre agentes econômicos e instituições públicas. Devido à complexidade e abrangência das questões envolvidas, o foco da análise se restringiu aos fatores político-institucionais que agravaram a propensão ao risco de desastre no caso da barragem de Fundão. Como demonstrado a seguir, as evidências encontradas atestam a vulnerabilidade da sociedade a jusante, exposta aos riscos e danos potenciais do desastre.

²¹⁷ A Fundação Renova é uma organização de direito privado, sem fins lucrativos, criada pelo compromisso jurídico estabelecido pelo Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC), firmado entre as empresas Samarco, Vale e BHP Billiton e os governos Federal, do estado de Minas Gerais e Espírito Santo. É a entidade responsável por implementar todos os programas relativos à reparação, compensação e mitigação dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão.

C - Evidências da vulnerabilidade político-institucional que afetou a sociedade

A identificação do *modus operandi* do empreendedor e dos órgãos licenciadores e fiscalizadores, a partir da relação historicamente construída no âmbito das atividades minerárias, explicitou, na dinâmica dessa relação, um conjunto de elementos que denotam fragilidades, irregularidades, negligência e omissões desses atores envolvidos na mineração de ferro no Brasil. Esse conjunto de elementos, que evidenciam a existência de vulnerabilidade político-institucional, gerou um grande volume de dados e informações que foram sistematizadas no Apêndice 3.

O Quadro 27, a seguir, enumera parte desse conjunto de evidências consideradas mais significativas. Elas estão organizadas segundo as quatro etapas que demarcam momentos específicos da barragem: licenciamento ambiental, fase de construção e de operação, monitoramento da situação emergencial e rompimento.

Quadro 27 - Vulnerabilidade político-institucional: evidências que afetaram a sociedade atingida pelo rompimento da barragem de Fundão (BRF)

Etapas	Evidências
Licenciamento Ambiental da BRF*	Ausência de regulamentação: não havia lei de segurança de barragem em âmbito federal quando a BRF foi construída; a normativa vigente para o licenciamento ambiental de barragens era específica de Minas Gerais; faltavam indicadores de magnitude para avaliação dos impactos pelo órgão licenciador.
	Ausência de regulamentação: o método a montante, considerado arriscado, ainda era permitido, pois só foi proibido em 2020.
	Ausência de regulamentação: não havia critérios locais para atividade de risco na definição da localização da BRF; o Formulário de Orientação Básica Integrada (FOBI) não especificava o tipo de atividade por não considerar a localização do empreendimento e o meio ambiente como um todo.
	Descumprimento de normativa: a aprovação dos EIA-RIMA da BRF subestimou a área de abrangência dos danos potenciais, mesmo prevendo cenário possível de rompimento catastrófico.
	Descumprimento de normativa: os instrumentos de planejamento e gestão ambiental, tais como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e Avaliação Ambiental Integrada (AAI) não estavam implementados em atividades minerárias, porque demandavam “alinhamento” da SEMAD com o governo estadual em exercício, uma condição concernente à gestão política.
	Abuso do poder político: a autorização da Licença de Instalação (LI) sem cumprir as condicionantes 3 e 4 estabelecidas pela Licença Prévia (LP).

Construção e Operação da BRF**	Falta de fiscalização: desde antes da PNSB, faltou fiscalização, quando a empresa descumpriu normas técnicas fundamentais na construção e operação do sistema de rejeitos, que eram definidas no Manual de Operações (2007 e 2012).
	Falta de regulação: a PNSB instituiu o Plano de Segurança de Barragens (PSB), porém o empreendedor não era obrigado a implementar o Processo de Gestão de Riscos para Barragens de Mineração (PGRBM) com alto dano potencial. Essa regra só foi definida em 2022.
	Falta de fiscalização: faltou análise tempestiva dos documentos do empreendedor recebidos pelo órgão fiscalizador (DNPM) e vistoria <i>in loco</i>.
	Falta de confiabilidade das informações do empreendedor: foram emitidas declarações falsas de estabilidade da BRF e houve omissão dos problemas da BRF no RAL.
Plano de Ação de Emergência (PAE) da BRF***	Ausência de obrigatoriedade e falta fiscalização: na lei nº. 12.334/2010, não havia obrigatoriedade de apresentação do PAE para todos os tipos de barragens (art. 8º, Inciso VII). Porém, o art. 11 da lei definia que “o órgão fiscalizador poderá determinar a elaboração de PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto”. Todavia, as desconformidades existentes no PAE entregue ao DNPM pela Samarco só foram identificadas pelo DNPM após o desastre.
	Regulação frágil: o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) foi normatizado pela Portaria DNPM 526/2013. Após a revisão legislativa pela lei nº. 14.066/2020, a Resolução ANM nº 95/2022 consolidou os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. O art. 9º definiu a obrigatoriedade do Plano de Segurança de Barragens nos seguintes termos: “O PSB é instrumento da PNSB, de implementação obrigatória pelo empreendedor, cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão da segurança da barragem” e, o art. 10 estabelece que “o PSB deverá ser composto ordinariamente por 6 (seis) volumes”, entre os quais define, no inciso V, a obrigatoriedade do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM). O empreendedor ficou obrigado a executar, para cada barragem, anualmente, a Avaliação de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (ACO), que se desdobra em duas outras obrigações: (a) o Relatório de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (RCO) e (b) Declaração de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (DCO) e enviá-los à ANM, via SIGBM.
	Ausência de regulação: A lei nº 12.334/2010 (PNSB) tratou de forma genérica o tema das Situações e Níveis de Alerta de Emergência no art. 4º. (fundamentos da PNSB) e no art. 12, definindo que “o PAE estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificará os agentes a serem notificados dessa ocorrência [...]”. Tendo em vista que o PAE não era obrigatório, tal determinação era facultativa para o empreendedor. Este hiato só seria levado em conta depois dos grandes desastres ocorridos com barragens de mineração, o que levou à revisão da lei 12.334/2010, em 2020, e, posteriormente, pela Resolução ANM nº 95/2022, que dedicou toda a “Seção IV Das Situações e Níveis de Alerta e Emergência” onde foram detalhados e especificados níveis de alertas e emergências (art. 40 ao 43).

	Ausência de regulamentação: na Lei nº 12.334/2010 (PNSB), não havia obrigatoriedade de definir Zona de Autossalvamento (ZAS), Zona de Segurança Secundária (ZSS) e Mapa de Inundação. Esses aspectos foram regulamentados pela lei nº. 14.066, de 30/09/2020, e regulados pela Resolução ANM nº 95/2022.
Rompimento da BRF****	Descumprimento de normativa: o empreendedor descumpriu o art. 12, inciso IV, da PNSB, que estabelecia a obrigatoriedade de elaboração e implementação do PAE para barragem classificada como de dano potencial associado alto. O inciso IV do artigo define que o empreendedor é obrigado a estabelecer “estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência”.
	Falta de fiscalização: a lei nº 12.334/2010 estabelecia, no art. 11, que “o órgão fiscalizador poderá determinar a elaboração de PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigilo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto ”.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir das seguintes fontes: Poemas (2016), TCU (2016), TCE-MG (2017), PNSB (2010 e 2020), Resolução ANM nº 95 (2022).

* Licenciamento Ambiental da BRF: corresponde às fases de planejamento e projeto

** Construção e Operação da BRF: corresponde às fases de construção, primeiro enchimento, primeiro vertimento, operação.

*** Plano de Ação de Emergência da BRF: não corresponde a uma fase da barragem, mas ao monitoramento de risco que atualmente está normatizado e implementado pela ANM.

**** Rompimento da BRF: não corresponde a uma fase da barragem, mas pode ocorrer quando os riscos não são controlados.

As evidências que demonstram os fatores político-institucionais que, ao longo do tempo, foram se acumulando, resultam de diversos processos e práticas historicamente constituídos. Elas estão arraigadas tanto no âmbito da construção das instituições e instrumentos regulamentadores das atividades minerárias quanto nas múltiplas relações interinstitucionais estabelecidas entre os poderes constituídos e as corporações mineradoras. A partir do Quadro 29, acima, as evidências relacionadas serão examinadas, visando demonstrar, em cada etapa, as fragilidades inerentes que contribuíram para aumentar a suscetibilidade da sociedade exposta aos impactos potenciais da BRF.

Primeira Etapa: Licenciamento Ambiental da BRF

Seis evidências relevantes que comprometiam a segurança da futura barragem foram identificadas nesta etapa. Três referem-se à ausência de instrumentos regulamentadores e respectiva normatização, que deixavam em aberto para os

empreendedores o livre arbítrio na ação do modo mais conveniente ao seu negócio. Duas referem-se ao descumprimento de normas; e uma delas concerne ao abuso de poder político. Em relação às ausências, considerando o princípio da legalidade, segundo o qual “o que a lei não proíbe é permitido”, a existência das omissões possibilitava maior autonomia de ação ao empreendedor.

As evidências consistem: (a) na ausência de uma lei federal instituindo uma política nacional de segurança de barragem, (b) na inexistência de restrições que obrigassem os empreendedores a seguir determinados padrões locacionais, e (c) na falta de ressalvas quanto ao método de construção de barragens, as quais se constituem em lacunas importantes para o quesito segurança. Outra evidência relevante, nessa fase, refere-se à negligência no cumprimento de normas. Apesar de existirem algumas normativas infraconstitucionais estabelecidas pelo governo subnacional de Minas Gerais, a Samarco Mineração S/A não cumpriu todas as determinações estabelecidas para a obtenção do Licenciamento da Barragem de Fundão. Porém, mesmo assim, a licença foi concedida.

As razões para a existência das omissões e negligências foram explicitadas no capítulo IV, item 4.1. Retomando, brevemente, a trajetória de regulamentação da mineração e da segurança de barragens, tem-se que a primeira expressão legal da regulamentação estatal sobre a atividade minerária no Brasil foi a instituição do Código da Mineração pelo Decreto-Lei nº. 227, em 1967. Na década de 1980, o marco principal para a regulação de atividades potencialmente promotoras de degradação ambiental foi o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), tendo por objetivo a preservação, melhoria e recuperação do meio ambiente, a realização de estudos ambientais, a imposição de condicionantes diversos para o licenciamento ambiental, tais como a concessão de licenças vinculadas ao processo de mineração e a previsão de sanções em caso de não cumprimento de medidas necessárias à preservação ambiental.

Nesse quadro, a PNMA, quase que exclusivamente, passou a ser a referência normativa principal para a segurança de barragens, tendo por base a aplicação, na prática, de seus próprios instrumentos de controle, dos quais se destacam: a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras; as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não

cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

Não obstante, no final do século 20 e início do 21, gargalos crescentes e específicos enfrentados pelo setor emergiram, impulsionados pela exacerbação do extrativismo mineral e pelo sentimento de instabilidade jurídica em relação ao controle regulatório da mineração, no Brasil. Com isso, esses temas ganharam destaque e entraram na agenda pública, demandando reforma do marco legal.

Desse modo, em 2009, o Poder Executivo Federal enviou ao legislativo proposta para a criação de uma nova legislação concernente ao setor mineral visando à adequação do antigo Código da Mineração. A proposta objetivou, resumidamente, a atualização do marco regulatório, frente ao contexto do mercado da mineração, e a governança pública eficaz, com a adoção de práticas, diretrizes e normas fiscais, ambientais e de regulação da cadeia mineral. Apesar de ser um “projeto de lei com urgência constitucional”, a proposta foi reapresentada ao Congresso em 2013 – Projeto de Lei nº 5.807/2013 — e, após muitas idas e vindas, foi aprovada e publicada por meio do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018.

Ainda que não se possa afirmar que havia um vácuo legal e normativo visando ao monitoramento público das barragens existentes no Brasil, o problema da segurança de barragem emergiu em toda sua gravidade no limiar do século 21. O tema entrou na agenda governamental, após uma sequência de desastres que mobilizou a ação política dos movimentos sociais, partidos políticos, mídia, dentre outros (ANA, 2013). Como resultante, foi promulgada a Lei Federal nº. 12.334, em 20/09/2010, que definiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

Todavia, a apresentação do EIA-RIMA visando à obtenção da licença ambiental para construção da barragem de Fundão ocorreu em 2005, portanto 5 anos antes da PNSB. Além disso, a barragem entrou em funcionamento, em 2008, quando ainda não havia nenhuma regulamentação da União sobre segurança de barragens. Portanto, o caso da barragem de Fundão se inscreve nesse contexto de relativa omissão do poder institucional em relação à segurança de barragens.

Os riscos que deram origem ao desastre iniciaram com as decisões do planejamento da barragem e foram agravados pelo encadeamento de problemas

estruturais e medidas adotadas pelo empreendedor, em todas as fases da barragem, conforme detalhado no Capítulo III. Trata-se de um caso que evidencia os limites do sistema de automonitoramento de barragens, pois o empreendedor era, ao mesmo tempo, proprietário, gestor e responsável pela segurança da barragem de Fundão, mas estava sujeito ao licenciamento e fiscalização dos órgãos competentes estabelecidos pela legislação vigente.

Por sua vez, o poder público autorizou o funcionamento da barragem de Fundão, por meio do licenciamento ambiental, porém não garantiu a observância dos padrões de segurança de maneira a reduzir a possibilidade de desastre e suas consequências. Assim, a morosidade da regulamentação da segurança de barragens é a primeira evidência da vulnerabilidade da sociedade exposta aos impactos potenciais da barragem de Fundão.

Em Minas Gerais, havia normativa específica para o licenciamento ambiental de barragens, no entanto, como vimos no Capítulo IV, os critérios e padrões de segurança de barragens eram incipientes. Exemplo disso é a inadequação dos indicadores de magnitude para avaliação dos impactos pelo órgão licenciador, que foram criados pela Deliberação Normativa COPAM nº. 62/2002 e, posteriormente, mantidos pela PNSB (2010).

A evidência se torna ainda mais relevante, ao se considerar a diferença entre os parâmetros estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº. 62/2002 e as características do projeto conceitual da BRF, elaborado sob a vigência dessa Deliberação. Os critérios para definição do porte da barragem e do porte do reservatório pela DN COPAM nº. 62/2002 estabeleciam três níveis: pequeno, médio e grande. O nível era considerado grande quando a altura fosse maior de 30m e o volume do reservatório acima de 5.000.000m³. No entanto, a BRF foi planejada com altura de 128m (EL 920m) e o volume do reservatório com 79.000.000m³ de lamas e 32.000.000m³ de rejeitos arenosos.

O contraste entre os indicadores de magnitude criados pelo COPAM e os indicadores planejados para a barragem de Fundão indicam a amplitude das divergências entre a norma e a realidade empírica do empreendedor minerário. Tal discrepância caracteriza uma evidência da fragilidade institucional que contribuiu para aumentar as condições de vulnerabilidade da sociedade.

Outro aspecto, que se soma ao anterior, refere-se à ausência de normas quanto à escolha do método construtivo. O método a montante utilizado pela Samarco foi considerado parte do encadeamento dos problemas que resultaram no desastre (MPF, 2016a). Embora arriscado, o método a montante era utilizado pelas mineradoras por ser “o mais antigo, simples e econômico método de construção de barragens” (IBRAM, 2016, p. 19).

O empreendedor escolheu o método a montante e o órgão ambiental o autorizou, porque não havia proibição legal que amparasse a decisão do agente licenciador. A proibição do método a montante só ocorreria em 2020, quando foi promulgada a Lei Federal nº 14.066, que reformulou a PNSB de 2010. Portanto, durante a existência da BRF, não havia restrições, o que demonstra omissão do poder institucional e uma condição de vulnerabilidade da sociedade exposta aos perigos da BRF.

De modo semelhante, a localização espacial da barragem de Fundão foi definida pelo empreendedor a partir de critérios corporativos, embora, do ponto de vista da segurança, houvesse alternativas locais menos arriscadas em relação ao dano potencial associado à barragem (ver Capítulo III). O local escolhido foi autorizado na etapa de licenciamento ambiental, apesar de o licenciador reconhecer a presença de dano potencial associado alto. Conforme visto anteriormente, a classificação de dano potencial alto e risco baixo foi mantida nas licenças subsequentes, o que significa que havia conhecimento do órgão licenciador em relação aos danos potenciais associados à BRF.

No entanto, não havia critérios locais para coibir atividades arriscadas em locais de alto dano potencial, tampouco regulamentação relativa ao monitoramento da segurança das barragens portadoras de alto dano potencial. A falta de critérios locais também foi verificada no Formulário de Orientação Básica Integrada (FOBI) utilizado pelos órgãos estaduais ambientais. O formulário entregue pelo empreendedor não especificava o tipo de atividade por não considerar a localização do empreendimento no meio ambiente como um todo. Essas duas evidências explicitam as condições de vulnerabilidade político-institucional da sociedade exposta aos perigos da BRF.

O problema da ausência de critérios locais para a instalação de atividades

de risco da mineração remete ao papel da União, que tem a competência exclusiva para legislar sobre os recursos minerais, conforme a CF/88, art. 20 e 22. Concerne também aos demais entes federados, que têm atribuição em relação à proteção ambiental. As leis de uso e ocupação do solo são da competência do poder municipal, que deve exercê-la sob as diretrizes gerais da política urbana instituída pela Lei Federal nº 10.257, de 2001²¹⁸. É um tema complexo no contexto do federalismo brasileiro. O aprofundamento dessas questões se faz necessário, seja em relação ao entrelaçamento dos agentes públicos e privados na implementação de estratégias de desenvolvimento econômico, em âmbito nacional, estadual ou municipal, seja em relação à exposição e vulnerabilidade dos grupos ou comunidades locais às ameaças dos empreendimentos cada vez mais arriscados e portadores de uma visão tênue de segurança.

Em suma, a falta de regulamentação da segurança de barragem expressa a omissão do poder político-institucional, que contribuiu para a fragilidade dos órgãos de licenciamento e fiscalização de barragens de mineração. A barragem de Fundão foi construída no momento de transição entre a ausência e a instituição do marco regulatório da segurança de barragens. Apesar da PNSB/2010, o rompimento dessa barragem foi mais um episódio na sequência de desastres que ocorreram no período marcado pela inação do poder institucional em relação ao estabelecimento de garantias públicas efetivas da segurança das barragens.

O outro achado da pesquisa refere-se ao descumprimento de normativas, o que aumentou a vulnerabilidade da sociedade exposta aos perigos da BRF. Como descrito no item 5.2.1, no licenciamento ambiental, foram aprovadas as áreas restritas de impacto da BRF (ADA, AE, AII). No entanto, descumpriram-se os parâmetros da Resolução CONAMA nº 1/86. A maior parte da sociedade localizada a jusante da BRF não foi informada dos riscos aos quais estava exposta, tampouco do escalonamento dos perigos, por isso foi surpreendida pela avalanche de rejeitos.

Em situação semelhante, comparecem evidências relativas aos instrumentos de planejamento e gestão ambiental. Em Minas Gerais, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e Avaliação Ambiental Integrada (AAI) não estavam implementadas

²¹⁸ A Lei Federal nº 10.257/2001 estabeleceu como diretriz geral a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental, sendo incluída, em 2012, a exposição da população a riscos de desastres, conforme art. 2º, Inciso IV, “g” e “h”.

no âmbito das atividades minerárias, porque demandavam “*alinhamento*” da SEMAD com o governo estadual em exercício, conforme a manifestação da própria Secretaria na auditoria do TCE-MG (2017).

Finalizando a etapa relativa ao licenciamento ambiental, comparece a evidência relativa ao abuso do poder político, que ocorreu durante o processo de autorização da Licença de Instalação (LI), ainda na fase de construção da barragem. Conforme detalhado no Capítulo III, a licença foi autorizada “*ad referendum*” pelo subsecretário de meio ambiente de Minas Gerais. Tal postura política desconsiderou o fato de o empreendedor descumprir as condicionantes 3 e 4 estabelecidas pela Licença Prévia (LP). Tais condicionantes referiam-se à resolução do problema do depósito de estéril da Mina da CVRD (Vale) e à inexistência de projeto executivo da BRF e nunca foram cumpridas.

As duas condicionantes não foram resolvidas, como verificou o Ministério Público Federal (2016a), e constam na Ação Penal como parte dos problemas agravantes dos riscos da BRF. O descumprimento da normativa pelo gestor da SEMAD é a manifestação mais direta da vulnerabilidade político-institucional da sociedade diante do peso do poder econômico do empreendedor, que viabilizou um projeto tão arriscado ao descumprir padrões e normas de segurança vigentes no país.

Segunda Etapa: Construção e Operação da BRF

Nesta etapa foram identificadas quatro evidências importantes que comprometiam a segurança da futura barragem. Uma relativa à ausência de regulamentação, duas concernentes à fiscalização e a outra à confiabilidade das informações prestadas pelo empreendedor.

Em relação a regulamentação, a PNSB instituiu o Plano de Segurança da Barragens (PSB), porém o empreendedor não era obrigado a implementar o Processo de Gestão de Riscos para Barragens de Mineração (PGRBM) com alto dano potencial associado, o qual foi definido somente em 2022. A Samarco tinha uma Política de Gestão de Riscos e reafirmou essa estratégia como prioridade para garantir a perenidade dos negócios (Samarco, 2013, p. 18). No entanto, desde o planejamento

até o rompimento da barragem de Fundão, a empresa descumpriu os padrões e normas técnicas, tanto os que ela definiu quanto os que foram normatizados pela PNSB, como o Plano de Segurança de Barragens que contém o PGRBM.

Recentemente, a Resolução ANM nº. 95/2022 tornou obrigatória a implementação do Plano de Gestão de Risco de Barragens de Mineração (PGRBM) para barragens classificadas com alto dano potencial associado, como também a obrigatoriedade de informação do mau funcionamento e condições potenciais de ruptura da barragem. Essa iniciativa reafirmou a importância da regulamentação e fiscalização da gestão de risco de barragens.

Quanto à fiscalização, padrões técnicos fundamentais na construção e operação que estavam definidos no Manual de Operações do Sistema de Rejeitos de Fundão (2007 e 2012) foram descumpridos pela Samarco. Conforme visto detalhadamente no Capítulo III, o descumprimento dos padrões técnicos de segurança foi determinante para liquefação da barragem de Fundão. Entre os padrões negligenciados destacam-se: (a) a velocidade do alteamento que alcançou cerca de 11m/ano, no período de 2010 a 2015, quando as normas técnicas definiam o máximo de 6 m/ano em média (MPF, 2016, p. 152); (b) a não obediência de uma praia mínima de 200m, para garantir a drenagem descendente, pois a largura mínima de praia chegou a perfazer 60,75m (MPF, 2016, p. 149). Portanto, mesmo antes da PNSB/2010, os problemas na construção da BRF comprometeram o sistema de drenagem, e se agravaram após o incidente de *piping*. Embora o sistema de drenagem tenha sido modificado, o problema não foi resolvido. O manejo dos rejeitos, as modificações estruturais e o alteamento acima dos padrões técnicos estabelecidos comprometeram a barragem.

Por sua vez, o DNPM, que era o órgão fiscalizador da mineração, tinha por referencial normativo a NRM 19/2001, a qual não continha procedimentos e instrumentos específicos voltados à gestão da segurança, conforme constatou o TCU (2016). Por isso, a fiscalização de barragens só teve início efetivamente depois da definição de critérios e parâmetros para a sua segurança pela PNSB/2010.

Evidência adicional concerne à falta de fiscalização pelos órgãos responsáveis. A atuação efetiva e sistemática do DNPM na segurança de barragens teve início com a Portaria DNPM nº 416/2012, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de

Mineração e dispôs sobre o Plano de Segurança, a Revisão Periódica de Segurança e as Inspeções Regulares e Especiais, como instituído na PNSB/2010.

No entanto, a documentação das barragens enviada pelo empreendedor não era analisada pelos órgãos de fiscalização. Havia contradições nas informações apresentadas pelo empreendedor por meio da documentação fornecida. Todavia elas não foram identificadas pelo DNPM, porque não havia acompanhamento efetivo tanto da documentação enviada quanto da atualização das informações feitas pelo empreendedor. As falhas nos processos de informações, coletas e organização dos dados foram evidenciadas pelas auditorias realizadas após o desastre, inclusive a ineficiência do sistema de informação *online* que resultava em dispersão da documentação enviada pelo empreendedor. Devido à fragilidade institucional dos órgãos de fiscalização, os problemas da barragem e medidas adotadas pelo empreendedor passaram ao largo do órgão fiscalizador.

Soma-se à evidência anterior a falta de confiabilidade das informações do empreendedor, seja a declaração falsa de estabilidade da BRF, seja omissão dos problemas da BRF no RAL, como foi detalhado no Capítulo III. Apesar de não haver pendências de documentação da BRF junto ao DNPM, foi constatado pelas auditorias realizadas que a Samarco declarou condições adequadas de funcionamento da barragem. Pela incapacidade de análise tempestiva dos documentos por parte do DNPM, não houve sanções ou mesmo identificação das contradições das informações declaradas pelas empresas.

Dessa forma, a falta de estrutura institucional, de acompanhamento dos documentos e a falta de fiscalização *in loco* tornaram o DNPM vulnerável diante do empreendedor. Os órgãos ambientais realizavam licenciamento e fiscalização, porém, devido à fragilidade institucional desses órgãos, a fiscalização dos empreendimentos *in loco* só ocorria no período de autorização de novas licenças.

A auditoria verificou a falta de condições operacionais adequadas, a ausência de profissionais capacitados e o volume de barragens para acompanhamento por parte das SUPRAMs. O mais grave no monitoramento das barragens se configura na ausência de padronização da documentação e de orientação normativa quanto à emissão dos pareceres técnicos dos empreendimentos, o que tornou o monitoramento

um processo confuso, difuso e insuficiente diante da obrigatoriedade da atribuição do órgão.

Terceira Etapa: Plano de Ação de Emergência da BRF

Nessa etapa foram identificadas quatro evidências: a) Ausência de obrigatoriedade e falta de fiscalização; b) regulação frágil; c) ausência de regulação e d) ausência de regulamentação. Ela caracteriza-se, sobretudo, pelas omissões ou vazios de regulação do art. 8º da Lei nº 12.334/2010 que, entre outras definições do Plano de Segurança de Barragem (PSB), incluiu o Plano de Ação de Emergência (PAE), porém como documento não obrigatório. A sua obrigatoriedade foi definida em situações específicas, conforme dispõe o artigo 11, nos seguintes termos: “o órgão fiscalizador poderá determinar a elaboração de PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto”.

Vale frisar, contudo, que o PAE não corresponde a uma fase, mas ao monitoramento de risco, que foi normatizado e implementado pela ANM a partir de 2022. No caso Samarco, o PAE foi completamente ignorado pelo empreendedor e pelos órgãos fiscalizadores, embora tenha se manifestado uma situação emergencial com antecedência suficiente para adotar as medidas cabíveis.

Face à magnitude dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão é importante lembrar que, desde o primeiro licenciamento ambiental, ela foi classificada como um empreendimento de alto dano potencial associado, o que deveria ter sido levado em conta pelo empreendedor e pelos fiscalizadores. Mas não foi isso que aconteceu. Tudo que havia a jusante da barragem foi ignorado e a sociedade surpreendida com a avalanche de rejeitos sem qualquer notificação antecipada.

Por parte do empreendedor, importa observar que, um ano antes da vigência da Lei nº 12.334/2010, ou seja, no ano de 2009, a empresa RTI (*Rescue Training International*), contratada pela Samarco, elaborou um plano estratégico amplo, prevendo a proteção aos funcionários, às comunidades e ao meio ambiente. Dois anos após a vigência da PNSB, em 2012, a mesma empresa RTI entregou à Samarco o Plano para emergências médicas a fim de complementar o plano estratégico

(Werneck, 2015, s/p). No entanto, o plano não foi implementado, embora a barragem tenha manifestado sinais de ruptura desde meados de 2014.

Ainda no âmbito do PAE, as situações e níveis de alerta de emergência foram definidas de forma abrangente e genérica, sem estabelecer parâmetros ou limites a partir dos quais deveriam ser tomadas medidas cabíveis para cada caso previsto pela Lei nº 12.334/2010. Somente em fins de 2013, é que o DNPM publicou a Portaria DNPM nº 526, de 09/12/2013, definindo o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM), conforme arts. 8º, 11 e 12 da Lei nº 12.334/2010.

Apesar da referida Portaria ter definido e detalhado o Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM), a atuação do DNPM, segundo a auditoria do TCU (2016), foi considerada “falha e omissa”. Isso porque o órgão não foi capaz de garantir o controle dos “padrões de segurança estabelecidos na PNSB, em especial em relação ao plano de ação de emergência (PAE), documento de fundamental importância para mitigar danos em situações de acidentes” (Idem, p. 59).

Corroborando a avaliação do TCU o fato de o DNPM ter publicado a Portaria DNPM nº. 14/2016, logo após o desastre da barragem de Fundão, exigindo que o empreendedor apresentasse ao órgão fiscalizador os comprovantes de entrega das cópias físicas do PAE às entidades competentes, tais como Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais.

É importante frisar que, até 2022, não estava devidamente normatizada a situação de emergência de barragens. Isso foi corrigido pela revisão legislativa instituída na Lei nº 14.066/2020, que incluiu o PAE como instrumento desta política pública, conforme o art. 6º, Inciso II, que versa sobre o Plano de Segurança de Barragem. A Resolução ANM nº 95/2022 consolidou os atos normativos sobre segurança de barragens de mineração e detalhou os procedimentos a serem adotados pelo empreendedor em situação emergencial. O art. 9º definiu a obrigatoriedade do Plano de Segurança de Barragens nos seguintes termos: “O PSB é instrumento da PNSB, de implementação obrigatória pelo empreendedor, cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão da segurança da barragem”. E o art. 10 estabelece que “o PSB deverá ser composto ordinariamente por 6 (seis) volumes”, entre os quais define, no inciso V, a obrigatoriedade do Plano de Ação de Emergência para

Barragens de Mineração (PAEBM). O empreendedor ficou obrigado a executar, para cada barragem, anualmente, a Avaliação de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (ACO), que se desdobra em duas outras obrigações: (a) o Relatório de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (RCO) e (b) a Declaração de Conformidade e Operacionalidade do PAEBM (DCO); e enviá-los à ANM, via SIGBM.

Portanto, as mudanças jurídico-normativas evidenciam a vulnerabilidade da sociedade diante dos perigos das barragens. No caso Samarco, vale lembrar, a situação emergencial se configurou um ano antes do desastre e o empreendedor decidiu acelerar a produção, sobrecarregando a barragem ao limite insuportável, ao invés de prover os recursos necessários à garantia de segurança da BRF.

Por fim, outra lacuna grave contida na Lei nº 12.334/2010 refere-se à ausência de regulamentação sobre a salvaguarda do espaço territorial localizado no entorno da barragem de rejeitos de mineração. Esse aspecto não esteve no radar das autoridades legislativas e executivas até 2020, quando a PNSB foi revista. A revisão, materializada na Lei nº. 14.066, de 30/09/2020, tratou desse aspecto, definindo Zona de Autossalvamento (ZAS), Zona de Segurança Secundária (ZSS) e Mapa de Inundação, os quais foram regulados pela Resolução ANM nº 95/2022.

Quarta Etapa: Rompimento da BRF

Na quarta e última etapa, foram destacadas duas evidências: a) Descumprimento da normativa e b) falta de fiscalização. Conforme demonstrado nas etapas anteriores a Lei nº 12.334/2010 (PNSB), nos art. 8º, 11 e 12, determinou que o PAE deveria ser exigido para barragem “classificada como de dano potencial associado alto” (art. 11) e que este deveria estabelecer as ações a serem executadas pelo empreendedor, em caso de situação de emergência, inclusive identificar os agentes a serem notificados dessa ocorrência. Entre as medidas a serem adotadas, o empreendedor tinha o dever de implementar estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades que potencialmente seriam afetadas, conforme previsto no art. 12, Inciso IV. No entanto, nem mesmo essas medidas básicas foram implementadas pelo empreendedor. Por outro lado, o art. 11 definia que “o órgão fiscalizador poderá determinar a elaboração de PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como

de dano potencial associado alto”. Porém, a não observação dessa condição da barragem de Fundão, correlacionada à falta de fiscalização desse quesito pelo DNPM, contribuiu para potencializar as condições de vulnerabilidade da sociedade e do meio ambiente, desde Mariana-MG, passando pelos municípios atravessados pela calha principal do Doce até aqueles da costa do Espírito Santo. As referidas determinações não foram observadas e implementadas nem pelo empreendedor nem exigidas pelo órgão fiscalizador, deixando a população à própria sorte diante da avalanche de rejeitos, que causou múltiplos e complexos danos em toda a extensa região atingida.

Em 2020, no entanto, a Lei Federal nº 14.066 instituiu a obrigatoriedade do PAE e de instalação de sinal de alerta de emergência e rota de fuga, de forma detalhada, como consta no Inciso XII, “previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador” e, no Inciso XIII, “planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização”.

Além desses, previu vários dispositivos concernentes à elaboração do PAE, bem como à promoção e operacionalização dos procedimentos de evacuação em caso de emergência, entre eles, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem. Resta saber se tais determinações em tons mais precisos serão cumpridas.

5.3 VULNERABILIDADES E FRAQUEZAS INSTITUCIONAIS: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL-INSTITUCIONAL PARA LICENCIAR E FISCALIZAR BARRAGENS DE MINERAÇÃO

A maioria dos Estados latino-americanos adotou constituições republicanas há quase dois séculos. No entanto, estas novas instituições foram sobrepostas às sociedades marcadas por Estados fracos e por enormes desigualdades socioeconômicas, étnicas e regionais. O resultado foi muitas vezes uma lacuna dramática entre as **regras escritas em pergaminho** e a forma como a política funcionava na prática, à medida que as elites pós-coloniais se envolviam na discriminação, manipulação e evasão na aplicação das leis (Brinks; Levitsky; Murillo, 2019, p. 1, tradução e grifo nossos).²¹⁹

²¹⁹ Conforme Brinks; Levitsky; Murillo (2019, p. 1), “most Latin American states adopted republican constitutions nearly two centuries ago. Yet these new institutions were superimposed on societies

A relativa ausência de regulamentação e de definição de instrumentos articulados para a segurança das barragens, até o final da primeira década do século 21, demonstra a omissão do poder institucional, no Brasil, em relação aos riscos criados pelas barragens de mineração. A raiz dessa omissão advém do modo genérico e fragmentado de regulação adotado pelo Estado brasileiro a partir do final da década de 1930, período da emergência da sociedade industrial de massas, uma “etapa crucial de constituição do ‘capitalismo industrial’ e do Estado capitalista no Brasil” (Draibe, 1985, p. 82).

Desde então, a intervenção estatal na economia e sua regulação fragmentada, ao lado da autorregulação empresarial, desempenhou um papel importante na expansão da acumulação capitalista. No caso da exploração dos recursos minerais, em especial, da mineração de ferro, destaca-se a constituição de um “*mix* institucional” baseado em três fontes de regulação econômica, relativamente autônomas (Estado, mercado, autorregulação), que exacerbou a tendência para o aumento da autonomia empresarial e o caráter sub-regulado das atividades de mineração (Zorzal, 2004, p. 351). Essa característica implicou a relativa ausência de instituições de controle fortes e robustas para lidar com a crescente exploração dos recursos naturais, especialmente minerais, que veio crescendo a passos largos nas últimas décadas.

O caso Samarco evidenciou a relação entre os riscos da barragem de Fundão e a exposição do ambiente, dos ativos públicos e privados e das populações residentes nesses locais. A magnitude e a extensão dos impactos do desastre mobilizaram os atingidos e os setores organizados da sociedade, cujas ações despertaram a opinião pública para a gravidade do problema, como também as instituições públicas de controle externo para a necessidade de averiguar os problemas existentes na segurança de barragens.

Nesse contexto, o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou, em 2016, auditoria no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Em 2017, o Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais realizou auditoria na Secretaria de

marked by weak states and vast socioeconomic, ethnic, and regional inequalities. The result was often a dramatic gap between the rules that were written on parchment and the way politics worked in practice, as postcolonial elites engaged in discrimination, manipulation, and evasion in applying law”.

Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD) e na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (SEDE - atual SEDECTES), tendo por referência a atuação do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) na gestão das atividades relativas ao setor de mineração, especialmente as atividades da extração do minério de ferro²²⁰.

Com base nas informações contidas nos relatórios dessas auditorias, foram elencadas as evidências que subsidiam a análise da força ou das fraquezas das instituições (Brinks; Levitsky; Murillo, 2019), seja o órgão fiscalizador de barragens de mineração, sejam os órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização ambiental, como também os instrumentos criados pelas políticas públicas para evitar, mitigar e tratar os acidentes e desastres de barragens de rejeitos de mineração.

A relação entre a fragilidade das instituições e os efeitos negativos do risco de desastres tem sido analisada como vulnerabilidade institucional (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021). O modo como as fragilidades produziram vulnerabilidade político-institucional no contexto do desastre da Samarco constitui o objeto deste tópico.

A organização e a análise das informações obtidas estão sistematizadas em cinco subitens: a) DNPM e SISEMA: evidências da vulnerabilidade político-institucional; b) DNPM: fiscalização de barragens de rejeitos de mineração; c) DNPM: capacidade insuficiente para implementar a política de segurança de barragens de mineração; d) SEMAD/SISEMA: licenciamento e fiscalização ambiental das barragens de mineração; e) SEMAD/SISEMA: capacidade insuficiente para implementar a política ambiental com vista à segurança de barragens de mineração

²²⁰ Os dados e as informações sobre os órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da barragem de Fundão encontram-se nos relatórios de auditorias realizadas após o desastre da Samarco e que estão disponíveis ao público, quais sejam: (1) Relatório da Auditoria Operacional - TC 032.034/2015-6, realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); (2) Relatório da Auditoria Operacional nº 951.431, realizada pelo Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCMG) junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico – SEDE (atual SEDECTES), tendo por referência a atuação do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) na gestão das atividades relativas ao setor de mineração, especialmente as atividades da extração do minério de ferro.

5.3.1 DNPM e SISEMA: evidências da vulnerabilidade político-institucional

As evidências mais significativas da vulnerabilidade político-institucional do DNPM e do SISEMA, coordenado pela SEMAD, abrangem os aspectos políticos, normativos e regulatórios, como também aqueles concernentes às limitações de recursos humanos, técnico-científico, orçamentário e financeiro, além da fragilidade operacional. As circunstâncias e condições que constituíram as evidências identificadas a partir do caso Samarco constam nos capítulos II e III, sistematizadas nos apêndices 1 e 2. Ademais, a normativa, competências e atribuições dos órgãos que embasam a análise foram detalhadas no Capítulo IV.

É importante frisar que a relativa ausência de ações reguladoras e de instrumentos articulados para prover segurança de barragens, até a primeira década do novo milênio²²¹, evidenciou fragilidades, irregularidades, negligência e omissões que contribuíram para agravar as condições de vulnerabilidade aos desastres. A identificação do *modus operandi* do empreendedor e dos órgãos de licenciamento e fiscalização de barragens de mineração explicitou um conjunto de elementos, demonstrando que o marco normativo relativamente estruturado não foi suficiente para garantir a observância dos padrões de segurança da barragem de Fundão de maneira a reduzir a possibilidade de desastre e suas consequências, conforme estabelecido pelos objetivos da PNSB.

A análise dos dados e informações disponíveis nos relatórios da auditoria do TCU e do TCE-MG trouxeram evidências concernentes aos aspectos normativos, institucionais e operacionais, os quais foram considerados determinantes das falhas e irregularidades na atuação do DNPM e do SISEMA. A seguir, o Quadro 28 sintetiza as evidências da vulnerabilidade político-institucional identificadas a partir do caso Samarco S/A.

²²¹ Está detalhado no Quadro 17 – Legislação relativa à Segurança de Barragens de Mineração.

Quadro 28 – Vulnerabilidade político-institucional: evidências presentes no DNPM / SISEMA

Aspectos	Poder Político	Evidências
Políticos	DNPM	Ausência de Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e de instrumentos reguladores específicos para barragens de mineração até a instituição da PNSB/2010. Lacunas e ambiguidades na atuação dos órgãos de fiscalização de barragens de mineração: DNPM e SISEMA.
	SISEMA	Existência de Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e instrumentos reguladores desde 1981, sem especificar a segurança de barragens de rejeitos de mineração. No estado de Minas Gerais havia normativa para o licenciamento e fiscalização ambiental de barragens, porém funcionava com baixa efetividade no controle da segurança de barragens de rejeitos de mineração. Prevalência de decisões políticas sobre critério técnico-científico resultando em descumprimento de normativas.
Normativos e regulatórios	DNPM	Fragilidade legislativa da PNSB devido às lacunas da Lei nº 12.334/2010 e morosidade na regulamentação da lei.
	SISEMA	Deficiências e lacunas normativas no licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais com reflexos tanto no projeto elaborado pelo empreendedor quanto na análise técnica de responsabilidade das SUPRAMs. Descumprimento de normativas referentes ao licenciamento e à fiscalização.
Recursos Humanos	DNPM	Carência de recursos humanos em razão do acréscimo da demanda de trabalho tanto pelas atribuições criadas com a PNSB/2010 quanto pela expansão acelerada da mineração. Em 2015, havia 79 servidores na Superintendência do DNPM-MG sendo necessários 384 para atender a demanda naquela unidade responsável pela fiscalização da barragem de Fundão (TCU, 2016). Número reduzido de servidores com capacitação específica para a fiscalização das 662 barragens de mineração existentes no Brasil, 401 delas inseridas na PNSB.
	SISEMA	Número reduzido de analistas ambientais nas SUPRAMs para examinar os projetos e identificar possíveis inconsistências dos dados apresentados pelas empresas. Alta rotatividade de servidores por designação temporária que comprometem o desempenho em relação ao licenciamento ambiental do minério de ferro (TCE-MG, 2017).
Técnico-científico	DNPM	Não havia plano de capacitação sistemático voltado para a área de segurança de barragens. Desde 2010, apenas 19 servidores em todo o território nacional, participaram de

		processos de capacitação em cinco cursos e cinco eventos (TCU, 2016).
	SISEMA	Carência de analistas ambientais capacitados. “[...] foi registrado que existem apenas 1 (um) engenheiro de minas e 2 (dois) geólogos em todas as SUPRAMs. Além disso, o Estado conta apenas com 1 (um) especialista em cavernas e nenhum Analista com especialização na área social” (TCE-MG, 2017, p. 46). Na SEMAD não existia um programa estruturado de capacitação para os analistas ambientais, o que comprometia os procedimentos administrativos devido à complexidade e relevância das atribuições destes profissionais, do dinamismo da evolução científica e da legislação que disciplina o licenciamento ambiental (TCE-MG, 2017).
Orçamentário e Financeiro	DNPM	Limitações orçamentárias para atuação finalística comprometeram o desempenho do órgão fiscalizador da segurança de barragens de mineração, tal como, orçamento decrescente das despesas discricionárias para as atividades de fiscalização ao descompasso temporal dos repasses financeiros (TCU, 2016).
	SISEMA	Limitações orçamentárias que produzem “precariedade das instalações das SUPRAMs, ausência de recursos de informática, deficiências dos equipamentos de proteção individual, veículos sem manutenção, além da falta de motoristas, comprometendo as análises dos procedimentos de licenciamento ambiental” (TCE-MG, 2017, p. 50). Entre outras precariedades estão os materiais de consumo, cujas deficiências são relativas à: impressoras, livros técnicos e códigos, normas técnicas (ABNT digital), equipamentos de proteção individual, lanternas, luvas e trenas a laser (TCE-MG, 2017).
Fragilidade Operacional	DNPM e SISEMA	As deficiências e fragilidades existentes tornam as ações vulneráveis diante do contraste em relação às corporações da Rede Global de Produção Mineral com as quais eles devem lidar e exercer o poder coercitivo que lhes é atribuído por força do marco legal que regula as atividades minerárias. Ou seja, o poder das corporações proprietárias da barragem de Fundão, em termos de recursos humanos, técnicos-científicos, operacionais e orçamentário-financeiro, caracteriza assimetrias em relação aos referidos órgãos.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações do TCU (2016), TCE-MG (2017), PNSB (2010 e 2020), Resolução ANM nº 95 (2022).

Como se depreende da Figura 55 – Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens, apresentada no Capítulo IV, havia uma série de limitações normativas, institucionais e técnico-operacionais as quais impediam que os

órgãos responsáveis pudessem prestar serviços públicos com maior eficácia e efetividade. A análise da atuação desses órgãos, a seguir, auxilia a demonstrar o modo de execução das atribuições e as possíveis razões para o desempenho ineficaz.

5.3.2 DNPM: fiscalização de barragens de rejeitos de mineração

Inicialmente, vale lembrar que a construção, funcionamento e colapso da barragem de Fundão ocorreram durante a existência do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que foi extinto em 2017 e substituído pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Antes da vigência da Lei nº 12.334/2010, que instituiu a PNSB, a dimensão normativa da fiscalização das atividades minerárias realizadas pelo DNPM não estabelecia procedimentos específicos para a segurança de barragens. Nesse sentido, estava a cargo do órgão a competência de “[...] fiscalizar a pesquisa, a lavra, o beneficiamento e comercialização dos bens minerais, podendo realizar vistorias, autuar infratores e impor as sanções cabíveis, na conformidade do disposto na legislação minerária” (Lei nº 8.876/1994, art. 3º, Inciso VI). As Normas Reguladoras de Mineração (NRM), definidas pela Portaria DNPM nº 237, de 18/10/2001, estabeleceram as atividades de fiscalização, com a seguinte finalidade:

[...] disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e saúde dos trabalhadores.

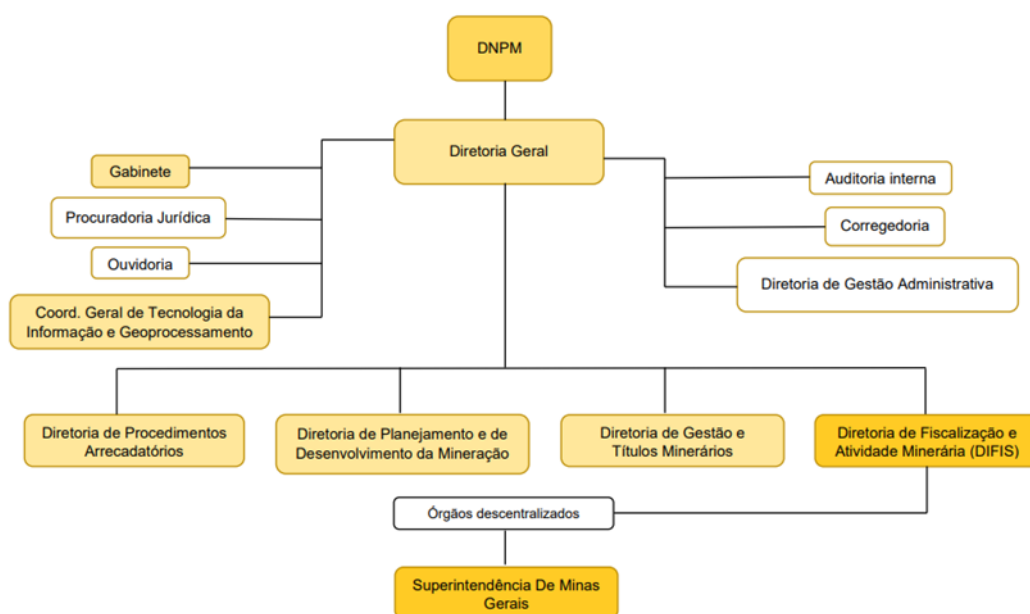
A fiscalização da atividade minerária estava normatizada em diversos aspectos. No entanto, em relação às barragens de rejeitos de mineração, de acordo com o TCU (2016, p. 6), essas normativas “restringiam-se a estabelecer comandos gerais aos empreendedores, sem adentrar em procedimentos e instrumentos específicos voltados à gestão da segurança”.

Sendo assim, as competências e atribuições do órgão fiscalizador das barragens de rejeitos de mineração foram definidas pela Lei Federal nº 12.334/2010, art. 5º, Inciso III. Os fundamentos legais da atuação institucional e estrutura organizacional encontram-se na Lei nº 8.876/1994, no Regimento Interno do DNPM,

aprovado pela Portaria MME nº 247/2011 e, subsidiariamente, no Código de Mineração, aprovado pelo Decreto-Lei nº 227/1967. Além desses instrumentos, a fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração tem amparo na Resolução CNRH nº 143/2012, Portaria DNPM nº 416/2012, Portaria DNPM nº 526/2013 e, ainda, anterior à PNSB, na NRM 19, que dispõe sobre a deposição de rejeitos. A auditoria também considerou a Portaria DNPM nº 14/2016, promulgada após o desastre da Samarco (TCU, 2016).

Na organização interna da Autarquia, essas atribuições recaíam sobre a Diretoria de Fiscalização da Atividade Minerária (DIFIS) e sobre as superintendências regionais do DNPM. No caso da barragem de Fundão, o órgão responsável era a Superintendência do DNPM no estado de Minas Gerais (TCU, 2016, p. 2), como pode ser verificado no organograma do DNPM, Figura 59, abaixo.

Figura 59 - Organograma DNPM



Fonte: ANM - Comissão de Minas e Energia, 2019.

A PNSB estabeleceu os instrumentos para fiscalizar a gestão da segurança de barragens e assegurou ao órgão fiscalizador discricionariedade para acrescentar itens de inspeção ou fiscalização. O DNPM regulamentou os artigos da Lei nº 12.334/2010 que não eram autoaplicáveis por meio da Portaria DNPM nº 416/2012, que criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispôs sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança

das Barragens de Mineração; a Portaria DNPM nº 526/2013, que definiu a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM). Além de outros temas, por exemplo, a Portaria DNPM nº 519/2013, dispõe que os titulares de alvarás de pesquisa deverão apresentar a DIPEM ao DNPM, por meio de formulário próprio, fornecido no site da autarquia, contendo informações discriminadas sobre os investimentos aplicados nas áreas objeto de alvarás de pesquisa, vigentes no exercício anterior.

Outro aspecto normativo importante é a capacidade sancionatória do DNPM para “garantir a eficácia das ações de fiscalização por meio do ajuste do comportamento dos empreendedores às obrigações legais previstas”, conforme o TCU (2016, p. 17):

Nesse sentido, a Autarquia definiu, no art. 35 da Portaria DNPM nº 416/2012, e no art. 22 da Portaria DNPM nº 526/2013, que o descumprimento das obrigações previstas nos normativos acarretará as penalidades legais cabíveis. Ademais, a Portaria DNPM nº 263, de 13/7/2010, disciplina a emissão de autos de interdição no âmbito das ações de fiscalização realizadas pelo DNPM (TCU, 2016, p. 17).

A emissão de auto de interdição é um instrumento importante na ação fiscalizatória de barragens. Na avaliação do TCU (2016), o fato ocorrido com a barragem de Fundão proporcionou avanços em relação a esse instrumento. Isso porque, após o desastre, em 15 de janeiro de 2016, o órgão expediu a Portaria DNPM nº 14/2016, definindo expressamente que “a ausência de declaração de condição de estabilidade e dos protocolos de entrega do PAE aos órgãos e entidades competentes enseja a lavratura de auto de interdição” (Idem, p. 18).

Nesse ponto, o ganho normativo foi que, antes dessa norma, os autos de interdição baseavam-se exclusivamente no conceito geral de “risco iminente”, conforme o art. 2º da Portaria DNPM nº 263/2010. A título de comparação, entre 2012 e 2015, somente 5 (cinco) autos de interdição haviam sido emitidos. Porém, após a nova portaria, no primeiro quadrimestre de 2016, foram emitidos, só em Minas Gerais, 36 autos de interdição por inobservância do citado normativo, sendo 26 (vinte e seis) por ausência de declaração de estabilidade da barragem e 10 (dez) pela não comprovação do protocolo de entrega do PAE junto às prefeituras e órgãos de defesas civis. Além desses, outros 9 (nove) autos foram emitidos como decorrência de vistorias

realizadas. Ou seja, o rompimento da barragem provocou ações de fiscalização mais efetivas (TCU, 2016).

Embora houvesse bases jurídicas mínimas para a atuação do órgão fiscalizador de barragens de mineração, considerando a complexidade dos problemas constatados pela auditoria, o TCU (2016) concluiu pela impossibilidade de individualização das condutas no caso da barragem de Fundão. O excerto a seguir apresenta a conclusão dos auditores:

As falhas e irregularidades verificadas nesta auditoria envolvem a atuação em nível institucional da Autarquia e alertam para o risco latente e potencial de novos acidentes envolvendo barragens de rejeitos de mineração no País. [...]

Conclui-se que a fiscalização das barragens de rejeitos de mineração, nos termos praticados pelo DNPM, não tem o condão de induzir eficientemente os necessários padrões de segurança pelos empreendedores, a quem compete legalmente a segurança das estruturas. Fazendo um exercício de extrapolação, pode-se inferir que, caso a fiscalização não seja aprimorada, o controle exercido pelo Departamento não contribuirá para evitar ou mitigar eventuais consequências de novas tragédias, como a que se viu na Barragem do Fundão (TCU, 2016, p. 59).

Depreende-se da conclusão dos auditores do TCU que, no DNPM, existiam falhas e irregularidades as quais dificultavam ou impediam o exercício das competências e atribuições instituídas para o órgão de modo a garantir que seus objetivos institucionais pudessem ser alcançados, caracterizando, assim, de acordo com Brinks, *et al.* (2019), a presença de fraqueza institucional.

Os achados a partir da auditoria do TCU mostram que há fraquezas nas quatro competências do órgão, conforme demonstrado no Quadro 26, Finalidades e Competências do DNPM (Lei nº 8.876/1994), constante do capítulo IV. A seguir, a análise contempla os principais achados referentes às atividades de fiscalização de barragens de mineração. Além disso, foram analisadas também informações relativas à estrutura de recursos humanos, bem como à estrutura orçamentária e financeira, que permitem verificar as condições de trabalho do órgão fiscalizador para o exercício das atribuições definidas pela PNSB.

A - Cadastramento de barragens

A PNSB estabeleceu, em 2010, que o empreendedor é obrigado a cadastrar e manter atualizadas as informações sobre as barragens no sistema de informação do órgão fiscalizador e a Portaria DNPM nº 416/2012 instituiu a obrigatoriedade do cadastro no Relatório Anual de Lavra (RAL) ²²², que deve ficar disponível no sítio eletrônico da Autarquia. Esse registro é fundamental para o monitoramento das barragens, sobretudo, para a classificação de risco e as demais providências a serem adotadas pelo órgão fiscalizador, tais como as vistorias (*in loco*) para averiguar as condições de segurança da barragem. O cadastro deve incluir todas as barragens de mineração, isto é, desde aquelas em construção, passando por aquelas em operação ou desativadas, até aquelas não inseridas nos critérios da PNSB.

Exigiram-se, ainda, os dados do responsável técnico pela barragem, incluindo os dados do registro no CONFEA/CREA e ART²²³ do profissional responsável pelo seu preenchimento no cadastro. Além disso, a Portaria DNPM nº 416/2012 confere ao DNPM a prerrogativa de exigir do empreendedor, a qualquer momento e com a devida justificativa, a retificação do cadastro no sistema RAL.

As informações fornecidas pelo empreendedor ao órgão fiscalizador constituem a fonte de dados a serem utilizados para fins de classificação de risco de cada barragem. A partir desse cadastro, com o registro das informações no banco de dados da Autarquia, procede-se ao seu tratamento, realizado manualmente, para fins de consolidação e classificação pelo DNPM. O cadastro geral das barragens de rejeitos inseridas na PNSB encontra-se disponível para consulta no sítio eletrônico do DNPM.

No entanto, a auditoria do TCU (2016) identificou a baixa confiabilidade dos dados cadastrados e considerou que esse fato resultava em vulnerabilidade e

²²² Conforme o TCU (2016, p. 15), “o RAL consiste em documento elaborado pelo empreendedor e entregue ao DNPM até o mês de março de cada ano e contém, entre outros, dados sobre método de lavra, produção, estoque e vendas, previsto no Código de Mineração (Decreto-Lei 227/1967, art. 50) e regulamentado pela Portaria DNPM nº 12/2011. Após o advento da Lei nº 12.334/2010 e a obrigatoriedade de implantação do cadastro de barragens, o DNPM aproveitou a existência desse instrumento e fez constarem, no conteúdo a ser declarado anualmente no RAL, as informações sobre as barragens de rejeitos de mineração existentes no País”.

²²³ A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é o instrumento através do qual o profissional registra as atividades técnicas solicitadas por meio de contratos (escritos ou verbais) para que ele foi contratado.

fragilidade quanto à classificação das barragens. Nesse sentido, ressaltou:

No que tangencia a fiscalização da segurança de barragens, todavia, verificou-se que a atuação do DNPM é frágil, deficiente e não atende aos objetivos da PNSB. Apurou-se que, no processo de cadastramento das barragens de rejeitos, os dados fornecidos pelos empreendedores são meramente declaratórios e sua conferência, pela Autarquia, dá-se somente durante as ações de fiscalização *in loco* (vistorias). Por conseguinte, os dados cadastrados carecem de confiabilidade, resultando em vulnerabilidade e fragilidade da própria classificação das barragens, notadamente quanto ao risco crítico (TCU, 2016, p. 57).

Outro aspecto que se soma ao anterior refere-se aos instrumentos tecnológicos para averiguar as informações do empreendedor, realizar o controle efetivo das declarações anuais do Relatório Anual de Lavra (RAL) e efetuar o monitoramento *pari passu* das atualizações cadastrais.

O DNPM não dispõe de meios e instrumentos concretos, como o uso de softwares de georreferenciamento, serviços de imagens por satélite ou tecnologias como veículos aéreos não tripulados (Vants), além de cruzamento de dados ou vínculos de cooperação com órgãos ambientais ou universidades, para auxiliar na verificação e conferência sistemática e rotineira da veracidade dos dados informados no cadastro pelos empreendedores (TCU, 2016, p. 19).

Desse modo, apesar de ser exigida do empreendedor a retificação tempestiva do RAL sobre qualquer alteração que seja feita nos dados requeridos no cadastramento, não houve controle efetivo do DNPM para esse requisito. Com isso, o TCU afirmou que o controle sobre a classificação das barragens possuía fragilidades, notadamente quanto ao risco crítico dessas estruturas, visto que esse controle se relaciona aos aspectos estruturais da barragem que são passíveis de alterações ao longo do tempo.

Nesse sentido, destacou que a assessoria técnica especializada, contratada, após o desastre na Barragem do Fundão, como auxiliar da força-tarefa da Superintendência do DNPM-MG na verificação dos parâmetros informados pelos empreendedores para o cadastramento e a classificação de todas as barragens de rejeitos de mineração localizadas em MG, inseridas na PNSB, confirmou a avaliação do TCU de que o DNPM “não dispõe de meios e instrumentos concretos para, efetivamente, auxiliar na verificação e conferência sistemática, rotineira e tempestiva da veracidade dos dados informados no cadastro pelos empreendedores” (TCU, 2016, p. 21).

B – Gestão das Informações

No âmbito da gestão da informação pelo DNPM (controle, avaliação e retroalimentação do processo) havia dificuldades e problemas diversos. Destaca-se que, na era da gestão eletrônica de dados, essa etapa do processo era realizada manualmente, fato que teve repercussões diretas nas demais atribuições do processo de fiscalização das barragens. Conforme o relatório,

[...] as informações estão armazenadas de forma fragmentada nos processos minerários (físicos), o que dificulta seu acesso e seu tratamento, de forma rápida e eficaz, pelos fiscais do DNPM. Do ponto de vista da tecnologia da informação, inexistem sistemas eletrônicos, por exemplo, que armazenem numa mesma base todos os dados relevantes a respeito das barragens de rejeitos. Toma-se o caso dos extratos de inspeção, que são encaminhados via sistema RAL, ao passo que as declarações são protocolizadas nas superintendências (estaduais) ou enviadas por correio eletrônico. Também não há sistema ou ferramenta que emita alertas informando ao DNPM, por exemplo, sobre a inadimplência dos empreendedores quanto à entrega de documentos (TCU, 2016, p. 23).

Outro aspecto relevante da gestão das informações das barragens de rejeitos de mineração refere-se ao procedimento de retroalimentação das informações disponíveis e/ou geradas ao longo do próprio macroprocesso de fiscalização da segurança de barragens do sistema. Segundo o relatório do TCU,

[...] tal situação decorre, primeiramente, da ausência de meios institucionais que permitam uma interface efetiva entre a Difis e as áreas de fiscalização dos órgãos descentralizados, com fluxos contínuos de informações e instrumentos de controle, inclusive pela **inexistência de mecanismos de enforcement**. Além disso, destaca-se que a ausência de sistemas informatizados para o armazenamento inteligente de dados e a gestão da informação e de documentos prejudica a análise das informações de cada barragem e o acompanhamento tanto no âmbito de cada superintendência quanto pela própria Difis, acerca das vistorias realizadas, para fins de controle quanto à aderência às diretrizes e avaliação de sua qualidade e seus resultados (TCU, 2016, p. 38, grifos nossos).

Enfim, no que tange à gestão das informações, diante das falhas constatadas, o TCU concluiu que o controle documental realizado pelo órgão não era feito de forma sistemática e rotineira, constituía-se apenas de um *checklist* quando a informação era enviada. Além disso, o DNPM não analisava as informações relevantes constantes de documentos exigidos aos empreendedores, tais como a declaração de estabilidade e os extratos de inspeções regulares. Esse cenário denota que a fiscalização, do ponto de vista do controle documental, era frágil e precária, prejudicando a própria efetividade da PNSB.

C - Classificação quanto ao risco crítico e ao dano potencial associado

A classificação de risco das barragens de rejeitos de mineração era realizada pelo DNPM exclusivamente com base nas informações cadastradas pelo empreendedor. Desse modo, o registro e a atualização cadastral das informações das barragens, as modificações estruturais (alteamentos) e incidentes ou acidentes verificados, rompimentos ou necessidades de instauração de inspeção especial de segurança, nos termos da Portaria DNPM nº 416/2012, eram atribuições dos empreendedores. Porém, como discutido no item anterior, havia problemas no gerenciamento das informações, no monitoramento e controle dos documentos encaminhados, os quais repercutiam na classificação de risco que era feita pelo DNPM sem garantia relativa à confiabilidade dos dados.

Quanto à categoria de risco (CRI), conforme definida no art. 4º, incisos I a III, da resolução CNRH nº 143/2012, a classificação das barragens seria feita a partir de seus elementos constitutivos, quais sejam: CT = Características Técnicas; EC = Estado de Conservação; e PS = Plano de Segurança de Barragem²²⁴. Essa atividade de classificação competia ao DNPM, que a realizava conforme descrito no item anterior. Assim, o desempenho nessa atribuição demonstra a fraqueza institucional do órgão, nos termos da tipologia definida por Brinks, *et al.* (2019). Nesse caso, expressa desconformidade em duas de suas dimensões: (1) não cumprimento, (2) aplicação não punitiva.

O segundo critério para classificação de barragens de rejeitos de mineração é o dano potencial associado (DPA). Esse critério considera o volume, o tipo de rejeitos armazenados e a possibilidade de ocorrer vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento da barragem, que podem afetar a população a jusante, unidades habitacionais, infraestrutura ou serviços, áreas protegidas. Cada um desses aspectos contém vários subitens, aos quais se atribuem pontuações. Quanto maior a pontuação de cada subitem, pior a situação da barragem. A classificação final resulta da soma

²²⁴ Para maiores detalhes sobre os itens constitutivos da classificação de risco, ver: item 4.1 deste capítulo, e os seguintes quadros: Quadro 18 – Critérios Gerais de classificação de barragens de rejeitos de mineração quanto à categoria de risco, e Quadro 20 – Classificação do Risco.

de todos os subitens que compõem a classificação quanto ao risco crítico e quanto ao dano potencial associado, a partir de faixas ou intervalos de classificação predefinidos²²⁵.

Todavia, apesar da normativa estabelecida pela Resolução CNRH nº 143/2012, o DNPM não considerava esses dados para efeito de elaboração dos planos de fiscalização das barragens de forma articulada com as informações relativas à categoria de risco. Nesse sentido, o TCU destaca que:

[...] as diretrizes para o planejamento das vistorias têm se restringido à classificação por risco crítico **e não considera, de forma explícita**, outros aspectos relevantes para a seleção das estruturas a serem fiscalizadas, tais como barragens sem estabilidade atestada, a **classificação por dano potencial associado**, os resultados advindos de outras fiscalizações ou informações contidas nos documentos encaminhados regularmente pelos empreendedores, como a declaração de condição de estabilidade e os extratos de inspeções regulares, fato este já destacado anteriormente (TCU, 2016, p. 26-27, grifos nossos).

A razão para esse comportamento institucional da Diretoria de Fiscalização da Atividade Minerária (Difis) e das Superintendências Regionais, a quem compete a gestão ampla desse processo de fiscalização, no DNPM, estava enraizada nas próprias práticas do órgão, decorrentes de sua fragilidade em termos de recursos humanos e orçamentários-financeiros para cumprir os seus objetivos estatutários. Sobre a não consideração de outras fontes de informação, como o dano potencial associado (DPA), por exemplo, para planejamento das vistorias a serem realizadas, o TCU reforça o argumento da falta de meios nos seguintes termos:

[...] inexistente, no DNPM, procedimento para a análise sistemática dos documentos encaminhados pelos empreendedores, os quais contêm informações relevantes quanto à situação da segurança das barragens. Não há, ainda, rotinas de tratamento e interpretação de dados, a partir das diversas fontes disponíveis (documentos, outros sistemas ou processos do próprio DNPM etc.), as quais poderiam auxiliar no planejamento das ações de fiscalização da Autarquia (TCU, 2016, p. 27).

D - A análise pelo DNPM dos documentos enviados pela Samarco

Conforme demonstrado anteriormente, a Lei Federal nº 12.334/2010 (PNSB), no seu art. 17, estabeleceu como responsabilidade obrigatória dos empreendedores

²²⁵ Para maiores detalhes sobre os itens constitutivos da classificação do Dano Potencial Associado, ver: item 4.1, deste capítulo, e os seguintes quadros: Quadro 21 – Matriz de classificação quanto ao Dano Potencial Associado, e o Quadro 22 – Classificação do Dano Potencial Associado.

o envio de documentos comprobatórios ao órgão fiscalizador. Entre esses documentos, estão especificados: a declaração de condição de estabilidade, extratos das inspeções especiais, extratos de inspeções regulares, Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido, relatório conclusivo de liberação da barragem e resumo executivo da revisão periódica da segurança nos prazos e condições esquematizados.

A Portaria DNPM nº 416/2012 determinou que o envio da declaração de condição de estabilidade deveria ser feito por meio do endereço eletrônico do DNPM. No entanto, a auditoria constatou que tal funcionalidade não poderia ser efetivada, devido à incapacidade de carregamento do arquivo no site da Autarquia. Por esse motivo, “o envio tem-se dado via endereço de correio eletrônico institucional (segurancadebarragens@dnpm.gov.br), além do meio físico, sendo este último a forma efetivamente considerada para fins de cumprimento da obrigação pelos empreendedores” (TCU, 2016, p. 22).

Além dos documentos citados, após o rompimento da barragem de Fundão, o DNPM expediu a Portaria DNPM nº 14/2016 estabelecendo que os responsáveis pelas barragens de mineração inseridas na PNSB também deveriam encaminhar à autarquia comprovante de entrega das cópias físicas do PAE para as prefeituras e para as defesas civis municipais e estaduais, conforme exigido pela Portaria DNPM nº 526/2013 (Idem, p. 22).

Focando o olhar no caso da barragem de Fundão, o relatório do TCU enfatizou que a Samarco S/A manteve a documentação exigida atualizada, salvo alguns atrasos que foram sanados mediante autuação do DNPM. No entanto, o que os auditores destacaram foi o fato de o Difis não ter averiguado a documentação enviada tempestivamente, descumprindo, desse modo, as atribuições de controle da segurança da barragem.

Sobre esse ponto, os auditores enfatizam que a situação da barragem do Fundão e da empresa Samarco Mineração S.A., perante os dispositivos legais e regulamentares que regem as atividades de lavra e de segurança de barragem, era de adimplência para o DNPM. Nesse sentido, afirmam que a empresa protocolizou, em 8/10/2012, na Superintendência do Estado de Minas Gerais, o cronograma de implantação do Plano de Segurança da Barragem, documento obrigatório para as

barragens já existentes antes de 22/9/2012. A barragem, desse modo, estava adimplente com as exigências de ter sua estrutura declarada no sistema RAL, desde 2012, e de manter registros das fichas de inspeções regulares realizadas em periodicidade quinzenal, a partir de novembro de 2012.

Ademais, segundo o relatório, embora a empresa não tenha enviado a primeira declaração de condição de estabilidade ao DNPM, o que deveria ter sido feito até 31/3/2013, motivo pelo qual ela foi autuada pelo DNPM, as declarações de estabilidade correspondentes aos anos de 2014 e 2015 foram protocolizadas tempestivamente pela Samarco, atendendo ao modelo estabelecido pela Portaria DNPM nº 416/2012. Destacam os auditores que “todas elas atestavam expressamente a estabilidade tanto física do maciço quanto em relação ao dimensionamento hidráulico”. No que concerne à revisão periódica de segurança, não foram constatadas pendências da Samarco. Isso porque a empresa deveria executar a revisão até a data de 20/9/2019, prazo este definido em decorrência de sua classificação na classe C da matriz Risco crítico x DPA, ou se tivesse executado alteamentos ou modificações na classificação dos rejeitos depositados na barragem, no caso de ambas as situações não estarem previstas em seu projeto original e na última licença ambiental. Apesar dessa regra, os auditores ressaltam que, no caso específico da Barragem do Fundão, “[...] a Samarco vinha executando alteamento de sua estrutura até a cota de 920 metros, a qual já se encontrava prevista no projeto constante do PSB. Por esse motivo, esse alteamento não gerou a necessidade de realização da revisão da segurança” (TCU, 2016, p. 50).

Enfim, a partir da análise de diversos aspectos relativos à conformidade do Plano de Segurança de Barragem (PSB), do Plano de Ação de Emergência (PAE) e outros documentos exigidos da Samarco, bem como de esclarecimentos prestados pelo DNPM, os auditores afirmam que “[...] a Barragem do Fundão, de forma geral, atendia às disposições regulamentares, tendo em vista possuir plano de segurança e realizar, rotineiramente, as inspeções regulares de segurança” (TCU, 2016, p. 52). Todavia, o ponto que mais chama atenção, em relação à confiabilidade das informações prestadas pela Samarco S/A ao DNPM, é o relatório de inspeção anual com data de julho/ 2015, cujos excertos são reveladores do descompromisso da Samarco e suas proprietárias com as condições de segurança da barragem de

Fundão e, por conseguinte, com os riscos iminentes de graves danos às populações residentes no entorno do empreendimento.

Em 2015, ano do acidente, a Samarco realizou a inspeção anual de segurança com auxílio de empresa especializada, cujo relatório, apensado ao PSB, concluiu tecnicamente pela **segurança da estrutura**, levando à elaboração da declaração de **condição de estabilidade** correspondente. A declaração de condição de estabilidade, por sua vez, fora devidamente entregue ao DNPM no prazo regulamentar, ou seja, em setembro daquele ano, de acordo com o modelo definido e acompanhada da ART do profissional responsável por sua elaboração (TCU, 2016, p. 52).

Confrontando as informações contidas no relatório do TCU (2016) com as análises realizadas no Capítulo III desta tese sobre as condições críticas da barragem de Fundão, notadamente a partir de 2011, tem-se a exata dimensão da fraqueza institucional do DNPM como órgão público responsável pela fiscalização e controle de barragens de rejeitos de mineração. Cotejando *pós factum* as informações prestadas pela Samarco ao DNPM com a descrição dos fatos contidos no referido Capítulo III, os documentos da empresa não estão ancorados em regras e normas jurídico-institucionais estabelecidas pelo Estado brasileiro. Os excertos, a seguir, ilustram de forma lapidar esses aspectos.

A análise do conteúdo do relatório de inspeção anual regular referente ao ano de 2015 e que embasou a declaração de condição de estabilidade deste mesmo ano contém informações técnicas relevantes acerca das condições estruturais e de segurança da barragem. De modo geral, identificaram-se questões pontuais acerca de necessidades de revegetação ou poda em alguns pontos dos taludes, obstrução de trechos de canaletas de drenagem, ponto de saturação em talude e alguns pontos de erosão na estrutura. Além disso, o documento continha referência às condições de registros dos instrumentos, indicando que alguns instrumentos registraram passagens ou se mantinham em condições de alerta, atenção e emergência, a semelhança das observações levantadas pelo DNPM após o acidente (TCU, 2016, p. 52). [...]

Com base nessas considerações e em todas as análises e avaliações técnicas empreendidas, o relatório de inspeção anual esclareceu que [...]: “o resultado obtido mostrou fator de segurança acima de 1.50, que é o mínimo aceitável conforme norma ABNT NBR 13028/2006. Logo, com base nesse resultado, **pode-se concluir que a barragem de Fundão se encontra estável** para as condições mais recentemente conhecidas e consideradas nas análises”. Ademais, a análise do PSB da barragem, após o rompimento, indicava que a empresa mantinha rotinas regulares de inspeção – periodicidade quinzenal – e seus registros [...] não apontavam evidências ou indícios de situações que prontamente comprometessem a segurança ou a estabilidade da estrutura, tampouco **indicavam eventuais riscos de ruptura**. Corroborar essa condição, inclusive, ficha da inspeção regular datada de 1/11/2015 [...], ou seja, dias antes da ocorrência do acidente (TCU, 2016, p. 53, grifos nossos).

Vale ressaltar que o DNPM só fazia análise da documentação enviada pelo empreendedor no momento prévio à realização da vistoria, sendo que tal análise se

restringia às barragens consideradas prioritárias (risco alto) para fazer a fiscalização *in loco*. Como se destacou, no item anterior, a documentação enviada pela Samarco demonstrava que a barragem de Fundão estava classificada na categoria C da matriz Risco crítico x DPA, que significa risco baixo. Portanto, com base nas informações do empreendedor, a barragem de Fundão não era prioritária para a realização de vistoria *in loco*.

Sobre esse ponto, vale lembrar que a barragem de Fundão entrou em funcionamento em 2008, porém ela foi inserida nas normas da PNSB e da Portaria DNPM nº 416/2012 quando já estava em funcionamento. Além disso, com base nas informações declaradas pela Samarco, ela foi “[...] classificada como de baixo risco crítico e alto dano potencial associado, o que lhe conferia enquadramento na categoria C da matriz Risco crítico x DPA” (TCU, 2016, p. 49). Embora a classificação do DPA fosse alta, ao ser classificada pelo critério de risco crítico como baixo, ela “não atendia às diretrizes de prioridades das barragens fiscalizáveis pelo DNPM” (TCU, 2016 p. 54).

Agrega-se, ainda, o fato de a Samarco ter omitido informações relativas aos graves problemas da barragem de Fundão, nas declarações feitas no RAL, no período de 2012 a 2015. Conforme evidenciado no Capítulo III, no período, a barragem teve vários problemas graves, tais como as surgências e as trincas, inclusive o incidente com o talude que anunciou o risco de ruptura. Tais problemas constam nos relatórios de vistorias técnicas realizadas pela Samarco e pelas empresas contratadas por ela para prestação de serviços especializados de segurança da barragem. Todavia, apesar da existência desse conhecimento, as informações que constaram no RAL do período correspondente, enviado ao DNPM, apresentam apenas problemas corriqueiros.

O DNPM, ao confiar nas informações oficiais da Samarco, sem averiguar a veracidade delas, não modificou a classificação inicial de baixo risco crítico. Por isso, a barragem não entrou nos critérios de prioridade de fiscalização e permaneceu autorizada pelo órgão fiscalizador até seu rompimento. Depreende-se, do ponto de

vista da dimensão institucional, a insignificância²²⁶ do DNPM para o grupo Samarco/Vale/BHP Billiton, nos termos da tipologia de Brinks, Levitsky, Murillo (2019).

Enfim, as evidências demonstradas no caso Samarco pelo TCU, fundamentam o argumento relativo à ação do Estado brasileiro, por meio do DNPM, na implementação dos instrumentos criados para garantir a segurança das barragens de rejeito de mineração. De acordo com o próprio TCU, a ação foi “falha e omissa” por não ter sido capaz de garantir o controle acerca da implantação, pelo empreendedor, dos “padrões de segurança estabelecidos na PNSB, em especial, em relação ao plano de ação de emergência (PAE), documento de fundamental importância para mitigar danos em situações de acidentes” (TCU, 2016, p. 59). Ou, nos termos da tipologia de Brinks et al. (2019), a ação foi insignificante e de não cumprimento das normas (*State Nonenforcement*). No que tange a este último tipo, a conceituação e o exemplo utilizado pelos autores ilumina sobremaneira o caso do DNPM:

Frequentemente, contudo, o não cumprimento ocorre porque os intervenientes estatais optam por não aplicar as regras. Nestes casos, a instituição é formalmente concebida para fazer a diferença – prescreve mudanças dispendiosas no comportamento e as sanções por não cumprimento, se aplicadas, são significativas – mas os intervenientes estatais relevantes simplesmente não conseguem fazer cumprir as regras. Um exemplo é o que Levitsky e Murillo (2009, 2014) chamam de “instituições de fachada”, ou instituições que os atores estatais criam sem qualquer intenção de aplicar seriamente (Brinks, Levitsky, Murillo, 2019, p. 18).²²⁷

D – As ações de fiscalização *in loco* (vistorias)

O processo de fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração sob a incumbência do DNPM incluía a realização de vistorias para fiscalização *in loco*. Essa atividade, na Superintendência DNPM/MG, cabia à Divisão de Fiscalização da Atividade Minerária, nos seguintes termos:

²²⁶ De acordo com Brinks, *et al.* (2019) o tipo de fragilidade institucional denominada de insignificância ocorre quando as regras são cumpridas, mas não afetam a forma como os atores se comportam.

²²⁷ Frequently, however, noncompliance occurs because state actors choose not to enforce the rules. In these cases, the institution is formally designed to make a difference – it prescribes costly changes in behavior, and the penalties for noncompliance, if applied, are significant – but the relevant state actors simply fail to enforce the rules. An example is what Levitsky and Murillo (2009, 2014) call “window dressing institutions,” or institutions that state actors create without any intention of seriously enforcing.

[...] programar e executar a fiscalização da atividade minerária no âmbito da sua área de circunscrição, conforme planejamento realizado nos termos das diretrizes estabelecidas pela [Difis]; b) elaborar proposta de planejamento anual da fiscalização, definindo prioridades e indicando as metas a serem alcançadas [...]; d) adotar as providências cabíveis em face das fiscalizações realizadas [...]. (TCU, 2016, p. 13).

Vale frisar que as ações relativas às vistorias constituem a principal etapa do processo de fiscalização da segurança de barragens. Trata-se do momento em que os técnicos do DNPM/MG vão a campo verificar as condições de funcionamento das barragens (TCU, 2016, p. 26). Durante a fiscalização *in loco*, a equipe do DNPM/MG deveria verificar a veracidade das informações declaradas pelos empreendedores no RAL. Para tanto, deveriam avaliar os critérios de risco e dano potencial associado, analisar os documentos anexados ao PSB, tendo em vista que o plano fica disponível no escritório da barragem, sendo que a disponibilidade do acesso a esses documentos foi garantida pela Lei nº 12.334/2010 às equipes de fiscalização. Quando ocorre a existência de não conformidade, está prevista, nos atos normativos, a capacidade sancionatória para garantir a eficácia das ações de fiscalização, por meio do ajuste do comportamento dos empreendedores às obrigações legais previstas²²⁸.

O exercício dessas atividades está estreitamente conectado com a veracidade das informações prestadas pelos empreendedores nos documentos exigidos pela legislação pertinente à segurança de barragens. Todavia, faltava sistema ou ferramenta que emitisse alertas informando sobre a inadimplência dos empreendedores quanto à entrega dos documentos exigidos. Assim, as falhas não eram detectadas tempestivamente, pelo órgão, a menos que um fiscal fosse designado para fiscalizar *in loco* a barragem (Idem, p. 24).

Ademais, o DNPM não realizava o controle documental de modo sistemático e rotineiro. Esse fato, na visão do TCU, corrobora “[...] que a fiscalização, do ponto de vista do controle documental, é frágil e precária, prejudicando a própria efetividade da PNSB” (TCU, 2016, p. 24).

O TCU constatou que as diretrizes da Difis, consignadas, nos planos de fiscalização, priorizando vistorias em barragens de alto risco crítico, não eram seguidas inteiramente pelas superintendências regionais no planejamento e na

²²⁸ A Portaria DNPM nº 416/2012 definiu, no art. 35, e a Portaria DNPM nº 526/2013 no art. 22 que o descumprimento das obrigações previstas nos normativos acarretará as penalidades legais cabíveis. Ademais, a Portaria DNPM nº 263, de 13/7/2010, disciplina a emissão de autos de interdição no âmbito das ações de fiscalização realizadas pelo DNPM.

execução de suas vistorias. Os dados do TCU concernentes às fiscalizações *in loco* realizadas pela autarquia, no período de 2012 a 2015, são particularmente reveladores da ineficácia do DNPM em relação a essa atribuição:

Das fiscalizações *in loco* executadas no período de 2012 a 2015, apenas 6% foram feitas em barragens classificadas como de alto risco crítico, enquanto 93% compreenderam as de baixo risco. Não obstante a maioria das barragens de rejeitos no País ser classificada como de risco baixo, do total das estruturas de alto risco (28) inseridas na PNSB, apenas 35% sofreram fiscalização do DNPM no período considerado. Do ponto de vista da classificação de barragens por dano potencial associado, a situação encontrada é que, entre 2012 e 2015, 66% das vistorias representaram fiscalizações em barragens com alto DPA e, do total de 185 estruturas cadastradas dessa categoria no Brasil, 52% foram fiscalizados. Analisando de outra perspectiva, se o cenário de vistorias no mesmo período considerar a classificação da matriz Risco crítico x DPA, contabiliza-se que apenas 28% das barragens enquadradas na categoria A, ou seja, simultaneamente de alto risco e alto dano potencial, foram alvo de fiscalização da Autarquia” (TCU, 2016, p. 27-28).

Tratando especificamente da Superintendência do DNPM do Estado de Minas Gerais, os auditores do TCU ressaltaram que a maioria das barragens de rejeitos de mineração cadastradas e inseridas na PNSB estavam naquela jurisdição, o que corresponde a um total de 220 barragens. Desse total, cerca de 65% (144) não foram vistoriadas sequer uma única vez entre 2012 e 2015. Entre as barragens classificadas na categoria de alto risco, 67% foram fiscalizadas; entre aquelas classificadas na categoria de alto dano potencial associado, 44% foram fiscalizadas; e entre aquelas classificadas nas categorias da matriz Risco crítico x DPA, todas dessa classe foram fiscalizadas (TCU, 2016, p. 30).

Outros diversos aspectos referentes às ações de fiscalização *in loco* foram enumerados pelos auditores do TCU. A análise do conjunto de fatores elencados contribui para a compreensão das fraquezas existentes no DNPM quanto a executar a política de segurança de barragens de mineração no país. Entre esses fatores, enfatizam as atividades de planejamento do processo de fiscalização, “[...] pela falta de critérios mais robustos e diversificados para seleção das barragens fiscalizáveis, pela ausência da prática de planejamento no âmbito das superintendências e pelo volume de demandas externas” (TCU, 2016, p. 34). Assim, faltava uma visão estratégica e de longo prazo a fim de orientar um plano de ações para a fiscalização das barragens pelo DNPM.

Depreende-se que o efeito dessa situação se refletia no âmbito das empresas mineradoras em relação à expectativa de controle pelo DNPM. A baixa probabilidade

de ocorrer fiscalização *in loco* poderia favorecer o não cumprimento das regras. Tal expectativa é corroborada com o fato de que, em âmbito nacional, apenas 41% das barragens de mineração foram vistoriadas no período de 2012 a 2015 (TCU, 2016, p. 34).

5.3.3 DNPM: capacidade para implementar a política de segurança de barragens de mineração

Capacidade estatal²²⁹ é um conceito abordado na literatura de forma multidimensional (Grin, 2012; Cingolani, 2013). Como tal, é um conceito abrangente que envolve inúmeras dimensões, e incorpora variáveis políticas, institucionais, administrativas e técnicas. De forma breve, pode-se definir capacidade estatal como o conjunto de instrumentos e instituições de que dispõe o Estado para estabelecer objetivos, transformá-los em políticas públicas e implementá-las (Souza, 2016, p. 51).

Tendo como pano de fundo o conceito de capacidade estatal, o foco consiste em analisar as condições do DNPM para atuar na política de segurança de barragem, como também o poder detido pela autarquia para agir.

Nesse sentido, ao analisarem a capacidade do Estado e a resistência social, Brinks, Levitsky, Murillo (2019, p. 36, tradução nossa) argumentaram que “[...] os esforços de *enforcement* institucional são motivados tanto por escolhas políticas como pela capacidade subjacente do Estado”. Sublinharam que, na América Latina, há demasiada variação na execução da Lei por se ignorar o papel das decisões políticas tanto a curto como a longo prazo. Desse prisma, enfatizaram que, “a longo prazo, a fraca capacidade de execução do Estado é, pelo menos em parte, um produto de decisões políticas passadas de não investir na construção de capacidade do Estado” (Idem). Os autores enumeraram diversos fatores que conduzem os Estados a

²²⁹ O tema das capacidades estatais possui uma ampla tradição tanto no âmbito das teorias do institucionalismo histórico como nas abordagens neoweberianas da ciência política e da sociologia acerca da formação do Estado e suas instituições. Nesse sentido, o conceito foi objeto de tratamento teórico e empírico por muitos autores, tais como: Mann (1984), Tilly (1981), Skocpol (1979; 1985), Skocpol e Finegold (1982), Evans, Rueschemeyer e Skocpol (1985), Chubb e Peterson (1989), Geddes (1994), Cingolani, 2013, Pires e Gomide (2014, 2016, 2021), entre vários outros.

possuírem fraco *enforcement* institucional. Entre eles, enfatizaram que “quando os recursos do setor público e o capital político são escassos, os governos que possuem a capacidade para fazer cumprir as leis podem, no entanto, optar pela tolerância estratégica ou pelo uso seletivo de execução da lei seguindo o que é, na verdade, o caminho de menor resistência” (Brinks *et al.*, 2019, p. 37, tradução nossa).

Sob esse ponto de vista, os achados dos auditores do TCU (2016) no Departamento Nacional de Política Mineral corroboram, em grande medida, os argumentos desses autores no que concerne à fraqueza institucional. Porém, dada a abrangência de fatores em jogo, a intenção aqui não é abordar todos eles, mas apenas evidenciar as condições objetivas do DNPM para o exercício de suas funções estatutárias. Desse modo, a análise se restringiu às capacidades orçamentário-financeiras e técnico-operacionais.

A – Capacidades orçamentárias e financeira

As principais fontes de receitas do DNPM, de acordo com o art. 5º da Lei nº 8.876/1994, tinham origem nas dotações consignadas no Orçamento Geral da União, créditos especiais, transferências e repasses que lhe fossem concedidos, bem como emolumentos, multas, contribuições previstas na legislação minerária e recursos oriundos dos serviços de inspeção e fiscalização. A cota-parte da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM)²³⁰, devida ao Estado pelas mineradoras e destinada ao Ministério de Minas e Energia (MME), deveria ser repassada integralmente ao DNPM. No entanto, o repasse da cota-parte da CFEM ao DNPM foi apenas 9,8% da arrecadação total dessa receita pública (TCU, 2016, p. 39).

Ao analisar o desempenho orçamentário, os auditores do TCU (2016, p.40) destacam que, nos últimos dez anos, o total autorizado “aumentou 195%, passando de pouco mais de R\$ 110 milhões, em 2005, para a cifra de cerca de R\$ 329 milhões, em 2015”. Apesar desse aumento, destacaram a discrepância entre o orçamento autorizado para despesas discricionárias e o efetivamente executado. Observaram

²³⁰ Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) é uma contrapartida paga pelas empresas mineradoras à União, aos Estados, Distrito Federal e Municípios pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios.

que, “desde 2010, houve declínio progressivo do total autorizado para as despesas discricionárias do DNPM, nas quais se incluem as relativas as suas atividades de fiscalização” (TCU, 2016, p. 40). Importa notar que as despesas discricionárias incluíam todas as ações de fiscalização, tais como segurança de barragens de rejeitos, minas subterrâneas e fiscalização da CFEM (Idem, p. 41).

Além disso, o relatório destacou uma série de outras limitações no que concerne à disponibilização de recursos orçamentários para o efetivo funcionamento do DNPM. Especificamente, na checagem dos “montantes executados nas ações de fiscalização com o total executado das despesas discricionárias, tem-se que a fiscalização representou, em média, entre 2012 e 2015, apenas 5% deste universo” (Idem, p. 42). Sublinha que o custo das ações de fiscalização concentra-se, sobretudo:

[...] na emissão de diárias aos agentes técnicos e motoristas, material de consumo para combustíveis e pedágios, serviços eventuais com a viatura em deslocamento e emissão de passagens aéreas para deslocamento de equipes em apoio técnico a unidades e em regiões com alvos distantes. Desse modo, a ação só consegue obter boa execução se há disponibilidade orçamentária e, sobretudo, financeira, e obedecer à regularidade mensal durante o ano de exercício” (TCU, 2016, p. 42).

Face ao conjunto de limites relativos à disponibilização de recursos orçamentários e financeiros capazes de dar condições efetivas para que a autarquia exercesse as competências atribuídas pela Lei nº 8.876/1994, a situação da Autarquia foi sumarizada na conclusão dos auditores:

Em suma, verificou-se que a gestão orçamentária e financeira do DNPM possui limitações que prejudicam sua atuação finalística e comprometem seu desempenho enquanto órgão regulador e fiscalizador da atividade de mineração no Brasil. Tais limitações referem-se, sobretudo, ao orçamento decrescente das despesas discricionárias, ao descompasso temporal dos repasses financeiros, que impactam o desempenho das atividades de fiscalização, incluindo a da segurança de barragens de rejeitos de mineração, e à alteração, em 2015, da fonte de recursos, quando a totalidade das despesas discricionárias passou a ser custeada por recurso do Tesouro (TCU, 2016, p. 45).

B – Capacidades técnico-operacionais

Considerando que o DNPM padecia de sérios limites em relação à disponibilização de recursos orçamentários e financeiros, como consequência, a autarquia sofria igualmente de severos problemas quanto às capacidades técnico-

operacionais. O quadro de servidores, de acordo com o relatório do TCU, já era insuficiente para atender a grande demanda de trabalho daquele órgão. As novas atribuições concernentes à fiscalização de barragens instituídas pela Lei nº 12.334/2010 sobrecarregaram ainda mais o quadro de servidores devido ao aumento de tarefas introduzidas pela PNSB. O excerto extraído do relatório do TCU (2016) evidencia a dimensão da carência de recursos humanos para o exercício das funções que competem ao DNPM:

A Lei nº 11.046, de 27/12/2004, estabeleceu o plano de carreira (PCC) e o plano especial de cargos (PEC) do DNPM e criou o quantitativo de 1.200 cargos para a carreira, sendo seiscentos cargos de especialistas em recursos da mineração, duzentos de analista administrativo, duzentos de técnico em atividades da mineração e duzentos de técnico administrativo. Somando-se a esse quantitativo os cargos vagos de nível superior e intermediário do quadro de pessoal do DNPM, pertencentes ao plano especial de cargos, [...] o DNPM conta com o total de 1.603 vagas criadas. [...] a Autarquia realizou dois concursos públicos, um em 2005 e um em 2009. Desde então, não foi realizado outro concurso público, nem mesmo para a reposição de vagas decorrentes de aposentadorias e falecimentos. Das 1200 vagas criadas, atualmente, 450 estão ocupadas (TCU, 2016, p. 46).

Sobre o preenchimento dos cargos, além de sublinhar que, das 1200 vagas criadas, apenas 450 estavam ocupadas, os auditores ressaltam que, embora o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão tenha autorizado o preenchimento de 556 vagas, o próprio Ministério não liberou a nomeação de candidatos aprovados. Por consequência, não houve o preenchimento das vagas autorizadas remanescentes (Portaria MP nº 39, de 28/3/2011).

Apesar de o DNPM ter formalizado diversos pedidos para o preenchimento das vacâncias, “apenas 10 vagas foram liberadas, quase na iminência do término da vigência do concurso” (TCU, 2016, p. 46). Com isso, ressaltam que “a área de especialista em recursos minerais encontra-se com 256 vagas ocupadas, o que equivale a 42% do total de vagas criadas pelo plano de carreira da Autarquia. A área de técnico em atividades de mineração preenche o total de 20% das vagas previstas legalmente” (Idem). Ademais, estimativas realizadas no DNPM indicaram que “o atual quadro de servidores da Autarquia equivale a 62% do total que ela deveria ter para a adequada realização de suas atividades finalísticas” (TCU, 2016, p. 47).

Essa insuficiência se reflete nas unidades descentralizadas. Por exemplo, a Superintendência de Minas Gerais, onde ocorreu o desastre da Barragem de Fundão, à época, contava apenas com 79 servidores, quando seriam necessários 384 para atender a demanda daquela unidade, isto é, mais do que quatro vezes o quantitativo

existente (TCU, 2016, p. 47). Consequentemente, depreende-se que o déficit de servidores na Superintendência comprometeu a efetividade do trabalho necessário à regulação e à fiscalização da mineração em Minas Gerais.

Tendo em vista a carência de recursos humanos e a complexidade das atribuições funcionais, por um lado, e a crescente demanda de trabalho requerida pelo setor minerário em expansão acelerada da produção, por outro, tem-se a exata dimensão da fraqueza institucional do DNPM. Por conseguinte, considera-se a situação de déficit de recursos humanos como uma evidência do comprometimento do alcance dos resultados esperados para a necessária regulação e fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração. Sobre esses aspectos, a conclusão dos auditores sumarizou a fragilidade institucional da Autarquia:

Conclui-se que a situação atual do DNPM, pelo elevado percentual de aposentadorias iminentes, além do insuficiente quadro de servidores de carreira, cujo quantitativo encontra-se, inclusive, em patamar abaixo do número de servidores em 1989, afeta a atuação desse órgão fiscalizador quanto ao cumprimento das atribuições legais previstas, incluindo a fiscalização da segurança de barragens de rejeitos de mineração, e ocasiona probabilidade de colapso da Instituição no curto prazo (TCU, 2016, p. 48).

C – Capacitação do quadro técnico-operacional

As ações de treinamento e qualificação desempenham um papel crucial tanto nas organizações públicas quanto nas privadas. Nas organizações públicas essas atividades podem trazer uma série de benefícios, conforme apontados por Lima, *et al.* (2018): (a) melhoria na eficiência e na qualidade dos serviços prestados à população, (b) aumento da produtividade e desempenho dos servidores (c) redução de erros e retrabalho como um benefício para os servidores e cidadãos, (d) maior motivação, engajamento e comprometimento dos servidores (e) fortalecimento da imagem institucional na medida em que produz imagem positiva da organização perante a sociedade.

No entanto, apesar dos inúmeros benefícios da capacitação, no DNPM não havia “plano de capacitação sistemático voltado para a área de segurança de barragens” (TCU, 2016, p. 49). Além disso, a auditoria destacou que, desde 2010, as

ações de capacitação realizadas alcançaram apenas dezenove servidores, em todo o território nacional, cujos processos de capacitação foram realizados em cinco cursos e cinco eventos. Em face das lacunas institucionais, o TCU afirmou que:

O DNPM conta com um número reduzido de servidores com capacitação específica para a fiscalização das 662 barragens de mineração existentes no Brasil, 401 delas inseridas na PNSB. As atribuições conferidas à área de fiscalização do DNPM para o cumprimento dos requisitos exigidos pela PNSB revelaram a necessidade de especialização do corpo técnico em segurança de barragem de mineração, principalmente para a análise técnica dos empreendimentos, durante a realização de vistorias *in loco*, e para a avaliação dos documentos apresentados pelos empreendedores (TCU, 2016, p. 49).

A auditoria evidenciou os limites e impedimentos do DNPM para a execução de um plano de capacitação sistemático, visando ao desenvolvimento das competências necessárias, especialmente dos servidores responsáveis pela fiscalização de barragem. Identificou-se a insuficiência de recursos humanos, financeiros e a ausência de unidade técnica específica, tendo em vista a diversidade de atribuições realizadas pela Autarquia, além da fiscalização de barragens. Como consequência, a ausência sistemática de planos de capacitação pode conduzir à baixa qualidade das fiscalizações efetuadas pelos servidores, considerando que essa atividade envolve conhecimento técnico complexo e especializado. Com isso, observou o TCU (2016, p. 49): “as fiscalizações que vêm sendo realizadas tornam-se sobretudo dependentes da capacidade e dos conhecimentos individuais dos técnicos envolvidos, o que afeta a padronização e o tratamento isonômico dado à matéria no âmbito de todo o DNPM”.

5.3.4 SISEMA/SEMAD: Ações de controle ambiental das atividades de mineração

A política ambiental, no que concerne ao caso da barragem de Fundão, estava sob a responsabilidade do estado de Minas Gerais. Isso porque, desde a promulgação da Lei nº 6.938/1981 (PNMA), as atribuições de licenciamento e fiscalização ambiental competem ao Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA), coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD)²³¹. Ademais, a Deliberação Normativa COPAM nº 62, de 17 de dezembro de 2002,

²³¹ Atribuições foram conferidas pelo art. 6º, incisos V e VI da Lei nº 6.938/1981 (PNMA), e, art. 8º., incisos XIV e XV da Lei Complementar nº.140/2011, referentes à responsabilidade pelo licenciamento e fiscalização da barragem

estabeleceu critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no estado de Minas Gerais. No Capítulo IV, constam os principais instrumentos e marcos da legislação referente ao controle das atividades de mineração com potencial de degradação ambiental ²³².

Após o rompimento da barragem de Fundão, o Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE-MG) realizou uma auditoria operacional na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD) e na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (SEDE - atual SEDECTES), cujo relatório foi publicado em 20 de março de 2017. A referência dessa auditoria foi a atuação do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – na gestão das atividades relativas ao setor de mineração, especialmente as atividades da extração do minério de ferro. Os aspectos normativos, institucionais e operacionais foram sistematizados e estão disponíveis no Apêndice 3, como também o organograma da SEMAD-MG.

A análise dos dados e informações da auditoria do TCE-MG evidenciou a situação de fragilidade institucional do SISEMA/SEMAD. Mais do que isso, os achados revelam fragilidades similares às do DNPM, o que explicita a impotência dos órgãos de fiscalização de barragens de mineração para cumprirem a contento as funções que lhes foram atribuídas pela política de segurança de barragens instituída em 2010. Portanto, à luz da abordagem de Brinks *et al.* (2019), esses achados compõem um conjunto complexo de vulnerabilidades institucionais que fragilizam a capacidade de *enforcement* do poder institucional. A seguir, serão apresentadas as principais fragilidades, no âmbito da estrutura organizacional-institucional dos órgãos estaduais ambientais responsáveis por garantir o equilíbrio do desenvolvimento socioeconômico com a proteção do meio ambiente²³³, conforme as competências a eles atribuídas.

²³² A Política Nacional de Meio Ambiente foi instituída pela Lei Federal nº 6.938, de 1981, que criou importantes instrumentos para a realização de atividades com potencial de degradação ambiental, destacando-se: a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento ambiental e o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente.

²³³ Sobre as atribuições dos órgãos ambientais, cabe lembrar a regulamentação das competências comuns entre os entes federativos, em relação ao meio ambiente, cujas informações estão disponíveis no Capítulo IV, sintetizadas no Quadro 2 - Competência dos entes federativos em licenciamento ambiental à luz da Lei Complementar nº 140, de 2011.

A – Instrumentos de planejamento e gestão ambiental

A gestão ambiental, em Minas Gerais, contava com diversos instrumentos, entre os quais, Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e Licenciamento Ambiental (LA). Esses instrumentos foram criados para guiar o desenvolvimento da política ambiental, porém, no período da auditoria, o TCE-MG (2017, p. 20) constatou que “[...] a AAE e a AAI, em relação às atividades minerárias, ainda não foram implementadas no Estado”. Além disso, averiguaram a insuficiência dos instrumentos de planejamento. Em face do questionamento dos auditores, a manifestação da SEMAD foi que estava concluindo a minuta da Deliberação Normativa (DN), como mostra o excerto:

Em face do questionamento da equipe de auditoria sobre o planejamento estratégico da mineração, a SEMAD esclareceu que está concluindo minuta de DN que dispõe sobre a utilização da AAI para empreendimentos de minério de ferro no Estado e acrescentou que “a avaliação individualizada dos impactos provocados pelos empreendimentos de minério de ferro apresenta limitações quanto à identificação dos impactos cumulativos e sinérgicos em relação a outros empreendimentos de mesma natureza” (TCE, 2017, p. 20).

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um instrumento criado para a identificação de impactos ambientais e de alternativas que os minimizem na implementação de políticas e projetos governamentais. A sua elaboração deve ser realizada de forma pública e participativa, tendo por base os princípios da avaliação de impactos que regem os Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Este instrumento tem por objetivo a análise da ação estatal em todos os seus aspectos, visando disponibilizar informações sobre as possíveis consequências ambientais das ações governamentais, bem como das alternativas mitigadoras. No entanto, apesar da importância dos “referidos instrumentos de planejamento e gestão ambiental – AAE e AAI – eles não foram implantados para as atividades minerárias no Estado” (TCE, 2017, p. 24).

Em relação aos motivos pelos quais os instrumentos de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) não foram implementados os auditores destacaram que a SEMAD argumentou que “[...] a elaboração da AAE demanda alinhamento com o Governo, normalmente vinculado ao PMDI, tais como as medidas realizadas para o setor hidrelétrico e rodoviário” (TCE, 2017, p. 24).

Outro instrumento importante é o Sistema Integrado de Informações Ambientais (SIAM) que tem por objetivo a integração e descentralização dos sistemas autorizativo e fiscalizatório, os quais são disponibilizados no sítio eletrônico da SEMAD. No entanto, do mesmo modo que os instrumentos de avaliação, o SIAM também possuía várias deficiências destacadas pelo relatório do TCE-MG (2017), dentre as quais: (a) lentidão e desatualização tecnológica, (b) restrições de acesso às informações que impedem o acesso público às informações básicas sobre o meio ambiente, tais como, documentos, expedientes e processos administrativos que versam sobre matéria ambiental, (c) desatualização tecnológica que geram dificuldades de acesso aos dados, tanto para a utilização do usuário interno quanto externo (TCE, 2017, p. 26).

B - Padronização das normas e execução do licenciamento ambiental

A auditoria do TCE-MG (2017) averiguou uma série de deficiências relacionadas aos padrões, normas, critérios técnicos e metodológicos, nas atividades e procedimentos de licenciamento ambiental dos empreendimentos que envolvem a extração do minério de ferro. Diante das inúmeras deficiências identificadas, os auditores concluíram que:

[...] foram constatadas **“deficiências na adoção de padrões, normas e critérios técnicos e metodológicos específicos para os procedimentos de licenciamento ambiental da extração do minério de ferro”**, com alto grau de subjetividade e, por consequência, com grande risco de análises equivocadas (TCE-MG, 2017, p. 39).

As licenças ambientais²³⁴ eram concedidas pelas Unidades Regionais Colegiadas (URCs) integrantes da estrutura do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), na condição de unidades deliberativas e normativas, sendo que as Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SUPRAMs se responsabilizavam pelo parecer técnico jurídico para subsidiar as licenças, como informado pelo (TCE-MG, 2017, p. 9).

²³⁴ Conforme a Resolução CONAMA nº 237, de 1997, art. 1º Inciso II, “Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”.

As SUPRAMs, no entanto, não possuíam condições e/ou capacidades adequadas para o exercício destas funções de apoio as URCs. Sobre este ponto os auditores do TCE-MG (2017) apontaram diversas insuficiências existentes. Entre as principais destacaram: deficiências de estrutura física, carência de recursos tecnológicos, veículos sem manutenção, falta de equipamentos de proteção individual, entre outras. O excerto a seguir evidencia a situação de fragilidade destes órgãos.

(1) a precariedade das instalações das SUPRAMs, [expressa na] ausência de recursos de informática, deficiências dos equipamentos de proteção individual, veículos sem manutenção, além da falta de motoristas, comprometendo as análises dos procedimentos de licenciamento ambiental; 2) carências em relação à tecnologia da informação [...]; 3) somente os programas informatizados gratuitos são disponibilizados para fins de elaboração de pareceres; 4) quanto aos materiais de consumo, foram constatadas deficiências relativas a: impressoras, livros técnicos e códigos, normas técnicas (ABNT digital), equipamentos de proteção individual, lanternas, luvas e trenas a laser; 5) na SUPRAM Leste de Minas, os processos são arquivados na garagem e no ambiente de trabalho dos analistas, por falta de espaço físico [...], 6) [...] falta de equipamentos; falta de pessoal; baixa remuneração; alta rotatividade de profissionais; engessamento e desatualização do SIAM (TCE-MG, 2017, p. 49).

As deficiências em relação aos recursos humanos da SEMAD foram consideradas graves, em face da complexidade e abrangência de sua missão institucional. Destacou-se que as fragilidades “comprometiam a eficiência de todo SISEMA, notadamente em relação ao licenciamento ambiental das atividades de exploração do minério de ferro” (Idem, p. 46). Os efeitos dessas fragilidades institucionais foram apontados. Entre eles, se encontram estudos ambientais incompletos, aumento do número de condicionantes ambientais e comprometimento da eficiência do procedimento, com destaque para a imprevisibilidade e morosidade da concessão das licenças. Em razão das deficiências e fragilidades identificadas no licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades minerárias, torna-se contundente a sucinta conclusão dos auditores: “o SISEMA não está estruturado, adequadamente, para conceder licenças ambientais, tampouco renová-las” (TCE-MG, 2017, p. 40).

C - Monitoramento e acompanhamento dos empreendimentos minerários

Os impactos advindos da exploração e beneficiamento de minérios têm diferentes graus de risco em cada etapa, além do que, podem provocar maior ou

menor consequência, segundo a localização, o método de lavra e o tipo de minério extraído. O monitoramento e acompanhamento do licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários visam manter o controle permanente, desde a instalação do empreendimento licenciado até o fechamento da mina. Trata-se de instrumentos para avaliar se as previsões de impactos e as medidas de prevenção e controle sugeridas nos estudos ambientais estão se mostrando adequadas durante a implantação e operação do empreendimento. A avaliação permanente permite identificar as ineficiências no sistema de controle adotado (previsões incorretas, falhas humanas ou ocorrências de eventos imprevistos), de forma que se possa promover, com agilidade, as correções necessárias (BRASIL, MMA, 2009, p. 67).

Neste sentido, as atividades de monitoramento compreendem processos de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. A razão de ser do monitoramento ambiental é o controle do desempenho do empreendimento e a adoção de medidas corretivas. O monitoramento consiste em três fases que acompanham as etapas do empreendimento, são elas: a) pré-operacional (antes da implantação); b) operacional (durante as etapas de implantação, funcionamento e desativação); e c) pós-operacional, quando há risco de impactos residuais como, por exemplo, a disposição de resíduos e estéreis da mineração (TCE-MG, 2017, p. 52).

Cabe informar que o Programa de Automonitoramento consistia em um conjunto de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, de parâmetros inerentes às emissões de fonte efetiva ou potencialmente poluidora, bem como de parâmetros inerentes aos componentes ambientais receptores dessas emissões (ar, água ou solo), conforme diretrizes definidas pelo órgão ambiental no momento da concessão da Licença de Operação (LO) ou da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) ou da revalidação destes instrumentos.

Ao analisar o automonitoramento, o acompanhamento das condicionantes e medidas mitigatórias e a fiscalização dos empreendimentos, os auditores constataram a baixa efetividade da SEMAD no acompanhamento e monitoramento dos impactos e riscos ambientais dos empreendimentos de extração do minério de ferro licenciados. Sublinharam a baixa capacidade operacional das SUPRAMs para acompanhar as

condicionantes e medidas mitigatórias, como também, a análise dos RADAs para a avaliar o desempenho ambiental dos empreendimentos²³⁵.

Em relação à execução de atividades de monitoramento e acompanhamento dos empreendimentos minerários, destacam-se as seguintes deficiências nas SUPRAMs constatadas pela auditoria:

A incapacidade das SUPRAMs para o acompanhamento dos dados contidos nos programas de automonitoramento, os quais são enviados, periodicamente, pelas empresas mineradoras as SUPRAMs [...]; a carência de Analistas Ambientais capacitados nas SUPRAMs impossibilita o exame dos referidos programas e a identificação de possíveis inconsistências dos dados apresentados pelas empresas; as SUPRAMs não realizam inspeções, *in loco*, para avaliar os relatórios de automonitoramento; [...] a avaliação de desempenho ambiental dos empreendimentos licenciados, por meio do RADA, ocorre somente por ocasião da análise do parecer para concessão da renovação da LO; [...] o RADA não contém os dados de monitoramento de impactos sociais e econômicos; [...] os Analistas Ambientais entrevistados consideram ruim ou regular a efetividade na utilização dos PRAD²³⁶ no monitoramento dos empreendimentos licenciados; [...] não há monitoramento dos impactos causados pela mineração, nos ambientes cavernícolas (TCE-MG, 2017, p. 53).

Face às deficiências verificadas no monitoramento e acompanhamento das atividades de mineração, depreende-se a gravidade das fragilidades institucionais para alcançar os objetivos previstos nesses procedimentos que visam assegurar a sustentabilidade ambiental e a segurança dos empreendimentos minerários, com destaque para a mineração de ferro.

D - Condicionantes relativas aos processos de licenciamento do minério de ferro

As condicionantes ambientais são exigências impostas ao empreendedor, no processo de licenciamento, que têm por objetivo mitigar ou compensar os impactos

²³⁵ Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) é um documento essencial no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais cujos critérios normativos foram estabelecidos pela Deliberação Normativa Copam nº 217, de 16 de dezembro de 2017.

²³⁶ Sobre os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), o TCE-MG (2017, p. 53) destacou a obrigatoriedade dos empreendimentos que exploram recursos minerais os submeterem à aprovação do órgão ambiental competente no momento de apresentação do EIA-RIMA, conforme previsto no Decreto Federal 97.632/1989. No entanto, a SEMAD se manifestou afirmando que “a GESAD/FEAM observou que diversos PRADs apresentados pelos empreendedores são apenas anexados aos processos e que, por isso, deveria ser averiguado se o empreendedor executou as ações do estudo ou outras, que não seriam as melhores para combater a degradação. A partir da análise dos PRADs recebidos pela GESAD/FEAM, é possível constatar certa deficiência dos estudos e falta de conhecimento das consultorias ambientais” (Idem, p. 57).

ambientais prognosticados na atividade ou empreendimento. Essas exigências são compromissos e garantias assumidas pelo empreendedor, com base em seu projeto e nos programas e medidas mitigadoras previstos nos estudos ambientais, conforme a definição de Licença Ambiental estabelecida na Resolução CONAMA nº 237, de 1997 (TCE-MG, 2017).

Os compromissos com que o empreendedor deve arcar são definidos “tanto por força dos limites e padrões previstos em normas e leis quanto em função dos Objetivos e Metas que se busca para a mitigação dos impactos ambientais prognosticados” (TCE-MG, 2017, p. 54). No entanto, o cumprimento dessas exigências não estava ocorrendo de forma satisfatória. Os auditores avaliaram as deficiências constatadas nas condicionantes dos processos de licenciamento da exploração do minério de ferro como sendo “fator determinante da fragilidade existente no acompanhamento e monitoramento dos empreendimentos licenciados” (Idem). Sobre essas deficiências, sublinharam que:

1) Por meio das entrevistas com Analistas Ambientais e da verificação de processos, *in loco*, ficou evidenciado que as SUPRAMs não fazem o acompanhamento preventivo e de supervisão do cumprimento de condicionantes de medidas mitigatórias e compensatórias. Além disso, 83% dos Analistas entrevistados consideraram ruim ou péssima a capacidade operacional das SUPRAMs no acompanhamento das condicionantes; 2) [...] foram constatadas deficiências nas condicionantes estabelecidas pelo COPAM, nos processos de licenciamento ambiental referentes à extração do minério de ferro: a) Condicionantes sem objetividade, (b) Condicionantes que não consideraram a evolução tecnológica para controle de poeira, (c) Condicionantes que deveriam ser pressupostos de licenças anteriores foram postergadas para as próximas fases, (d) Aumento do número de condicionantes, (e) Concessão de licença sem cumprimento de condicionante (TCE-MG, 2017, p. 54-55).

Os auditores concluíram que as lacunas nos procedimentos e os problemas encontrados nas condicionantes, as quais foram estabelecidas nos processos de licenciamento e na fiscalização dos empreendimentos minerários em operação, comprometem a avaliação e o acompanhamento da SEMAD em relação aos impactos e riscos ambientais. Lembraram que a finalidade dessa Secretaria é subsidiar os pareceres relativos às licenças, porém os procedimentos adotados foram considerados insuficientes para o acompanhamento do impacto ambiental dos empreendimentos analisados. Observaram, por exemplo, a falta de análise dos RADAs, a ausência de vistoria ou fiscalização e a revalidação automática de Licença Operacional por transcurso de prazo para o órgão ambiental emitir sua decisão.

Argumentaram, ainda, que os processos de licenciamento analisados estavam carregados de subjetividades, com conteúdo e detalhamento diversificados. Avaliaram que as falhas eram decorrentes da ausência de normas internas de padronização dos procedimentos realizados pelos técnicos, por um lado, e da falta de homogeneidade de conhecimento entre os técnicos e analistas das SUPRAMs, por outro. Em sua conclusão, a equipe de auditoria observou que “a SEMAD vem priorizando as vistorias para emissão e renovação das licenças, considerando que não dispõe de um quadro de pessoal suficiente e recursos tecnológicos para o acompanhamento sistemático dos empreendimentos licenciados” (TCE-MG, 2017, p. 55).

5.3.5 SISEMA/SEMAD: capacidade para implementar a política ambiental com vista à segurança de barragens de mineração em Minas Gerais

A fragilidade institucional da SEMAD-MG, à época do rompimento da barragem de Fundão, sobretudo, o aspecto técnico-operacional, se apresentou semelhante às deficiências que caracterizaram as fraquezas do DNPM. A análise dos auditores do TCE-MG (2017) destacou a carência de recursos humanos inclusive a ausência de servidores com formação específica em áreas essenciais ao exercício funcional, e a alta rotatividade dos funcionários –como sendo particularmente relevante para o desempenho do SISEMA no licenciamento, fiscalização e monitoramento ambiental dos empreendimentos e atividades da mineração de ferro. Trata-se de fragilidades que comprometiam a implementação da política de meio ambiente, devido ao dinamismo da evolução científica e das mudanças legislativas que disciplinam o licenciamento ambiental, como também à complexidade e relevância das atribuições conferidas aos analistas ambientais (TCE-MG, 2017, p. 45-46).

Depreende-se que, face ao risco de desastres, as fraquezas institucionais evidenciaram a vulnerabilidade dos órgãos que compõem o sistema. Revelam, ainda, a impotência dos servidores públicos alocados nos referidos órgãos, que não têm os meios necessários para cumprirem com as atribuições definidas pela política ambiental, com destaque para a garantia do cumprimento dos padrões de segurança

das barragens de rejeitos de mineração. Tais constatações corroboram a percepção de estudiosos da política ambiental brasileira, instituída a partir das décadas de 1980 e 1990, sobre a eficácia e efetividade das regulamentações estabelecidas. Nesse sentido, afirmam que:

Os governos brasileiros adotaram uma série de regulamentações ambientais, na década de 1980 e no início da década de 1990, que, no papel, forneceram ao Brasil “fundações extraordinariamente fortes para a legislação ambiental” (Hochstetler e Keck, 2007, p. 51). No entanto, durante o início da década de 1990, muitas regulamentações ambientais não foram aplicadas, levando os estudiosos a descreverem-nas como “simplesmente uma cortina de fumaça para uma abdicação geral da governança ambiental” (Hochstetler e Keck 2007, p. 37, *apud* Brinks, Levitsky, Murillo (2019, p. 18)²³⁷.

Face as evidências demonstradas ao longo deste Capítulo, pode-se afirmar que a situação de “cortina de fumaça para uma abdicação geral da governança ambiental” não mudou muito ao longo das duas primeiras décadas do século 21. A abdicação geral da governança ambiental, associada à fraqueza institucional do órgão de controle e fiscalização da política mineral (DNPM) evidenciam a vulnerabilidade que contribuiu para agravar as condições de perigo da barragem, no caso Samarco. Isso se considerarmos que “vulnerabilidade é um elemento-chave da concepção de risco, que representa as circunstâncias determinadas por fatores ou processos ‘físicos, sociais, econômicas e ecológicos’ de uma comunidade, sistema ou ativo que o tornam suscetível aos efeitos prejudiciais de um perigo” (Wisner *et al.*, 2004, ONU-ISDR, *apud* Zlatunova, Babukova, 2016, p. 162).

O conjunto de evidências, sintetizadas no Quadro 27 – Vulnerabilidade político-institucional: evidências que afetaram a sociedade atingida e no Quadro 28 – Vulnerabilidade político-institucional: evidências presentes no DNPM e no SISEMA, permite afirmar quetanto na implementação da PNMA quanto da PNSB as lacunas e deficiências no funcionamento dos respectivos órgãos responsáveis corroboram o argumento da fragilidade institucional (Brinks; Levitsky; Murillo, 2019), assim como o argumento da “abdicação geral da governança ambiental” (Hochstetler e Keck 2007, *apud* Brinks *et al.*, 2019, p. 18).

²³⁷ Brazilian governments adopted an array of environmental regulations in the 1980s and early 1990s, which, on paper, provided Brazil with “unusually strong foundations for environmental law” (Hochstetler and Keck 2007, p. 51). Through the early 1990s, however, many environmental regulations were not enforced, leading scholars to describe them as “simply a smokescreen for a general abdication of environmental governance” (Hochstetler and Keck (2007: 37) *apud* Brinks, Levitsky, Murillo (2019, p. 18).

Soma-se a essas constatações a ausência de articulações entre os órgãos estaduais ambientais (PNMA), em Minas Gerais, e o órgão fiscalizador de barragens de mineração, DNPM (PNSB). A falta de mecanismos de coordenação entre os órgãos dessas duas políticas públicas permitiu, por exemplo, a barragem de Fundão ter sido classificada pelo SISEMA como tendo dano potencial associado alto (DPA) e pelo DNPM como risco baixo em relação à categoria de risco (CRI). Ressalte-se que apesar dos graves problemas da barragem, a classificação de risco baixo foi mantida até o colapso.

O fato de a BRF ter sido classificada pelos licenciadores ambientais como tendo DPA alto, essa condição, de acordo com o art. 11 da Lei nº 12.334/2010²³⁸, implicava a exigência do Plano de Ação de Emergência (PAE). No entanto, embora o empreendedor tenha elaborado o PAE, os órgãos responsáveis não fiscalizaram a implementação das ações emergenciais. Essa negligência denota a falta de coordenação, de modo sistemático, entre os dois níveis de governo (federal e estadual), por meio de uma governança eficaz. Como resultante das fragilidades desses órgãos, múltiplos e complexos efeitos, decorrentes do desastre, atingiram parte da sociedade brasileira que reside em regiões ricas em recursos minerais, sobretudo do ferro, que é abundante no território brasileiro.

A vulnerabilidade institucional é um aspecto crítico na gestão de desastres, sejam eles de origem natural ou de origem antrópica. De acordo com a literatura pertinente, instituições fortes e resilientes podem melhorar a capacidade de uma comunidade para lidar com as emergências de riscos e perigos, de forma a minimizar significativamente os efeitos adversos. A utilização de práticas de governança eficazes, com recursos adequados, pode fortalecer a infraestrutura institucional, reduzindo, assim, a vulnerabilidade geral de uma sociedade aos desastres naturais e antrópicos. Nesse sentido, Papathoma-Köhle *et al.*, *apênd* (2021) afirmou que a vulnerabilidade institucional é um atributo abrangente, que reflete o grau em que as instituições podem reduzir a capacidade de um sistema para prevenir e resistir à situação de perigo, por um lado, e/ou enfrentar e se recuperar do impacto de um processo natural perigoso, por outro.

²³⁸ art. 11. O órgão fiscalizador poderá determinar a elaboração de PAE em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem, devendo exigí-lo sempre para a barragem classificada como de dano potencial associado alto.

Apesar de tardia, a promulgação da PNSB/2010 representou um avanço importante no marco legal, que conformou bases mínimas para a ação pública do DNPM. No entanto, as lacunas regulatórias, por um lado, e as carências de recursos de várias ordens (orçamentário, financeiros, recursos humanos qualificados, técnico-operacionais, etc.) mantiveram a fragilidade dos órgãos de licenciamento ambiental e dos órgãos de fiscalização e controle de barragens de mineração. Após a ocorrência dos grandes desastres, em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), a ampla mobilização social impulsionou o debate em torno da revisão da lei de segurança de barragens, de 2010, resultando em um novo marco legal com a promulgação da Lei nº 14.066/2020. Apesar disso, o aprimoramento legislativo da PNSB não foi acompanhado por mudanças substantivas na capacidade institucional e operacional dos órgãos de fiscalização e licenciamento ambiental em barragens de rejeitos de mineração. Ao contrário, o órgão responsável pela implementação da PNSB, por exemplo, a Agência Nacional de Mineração (ANM), incorporou todas as atividades do DNPM e padece dos mesmos problemas de carências e fraqueza que foram evidenciados no DNPM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde as últimas décadas do século 20, tanto na academia como nos principais fóruns de debates internacionais, tem se consolidado o debate sobre desenvolvimento sustentável e meio ambiente. Nesses espaços, diagnostica-se que a amplitude e a complexidade dos impactos causados por desastres têm crescido de forma expressiva (Beck, 2015; Bullock, Haddow, Coppola, 2017, *apud* Euclides; Pereira, Fonseca, 2022, p. 2). Frente a essa conjuntura, multiplicaram-se os estudos sobre antecedentes, explicações, efeitos e soluções para a redução do risco de desastres. No âmbito da literatura produzida sobre políticas públicas visando à prevenção ou à reparação dos efeitos dos desastres, duas grandes vertentes compõem o debate: a) os estudos vinculados às normas sobre prevenção, mitigação e monitoramento dos riscos à ocorrência de desastres; b) os estudos sobre os arranjos responsáveis por recuperar e compensar os danos ocorridos (Tierney, 2012 *apud* Euclides; Pereira, Fonseca, 2022, p. 2).

Esta tese se insere na primeira vertente, voltada para o estudo das normas e mecanismos para prevenção, mitigação e monitoramento dos riscos à ocorrência de desastres de barragens. Tem como referente empírico e objeto de estudo o rompimento da barragem de Fundão, de propriedade da Samarco Mineração S.A. e suas controladoras Vale S.A. e BHP Billiton Ltda., em 2015. Frente à magnitude e complexidade desse desastre, a tese foi delimitada e conduzida a partir da seguinte pergunta inicial: de que maneira, ou modo, a configuração político-institucional das relações constituídas entre as referidas corporações mineradoras e as instituições públicas reguladoras e fiscalizadoras contribuiu para a ocorrência do desastre em 2015?

O eixo central da pesquisa foi a identificação dos fatores e processos político-institucionais determinantes das condições de vulnerabilidade enquanto dimensão do risco de desastres. O enfoque analítico focou nos marcos normativos e jurídicos, como também nas instituições e instrumentos responsáveis pelo controle da segurança de barragens de rejeitos do minério de ferro, no período de 2000-2015. Ao mesmo tempo, a análise do contexto macroeconômico e político brasileiro, no qual ocorreu o colapso da barragem, evidenciou a imbricação de três dimensões complexas, em estreita

interação, que marcaram o cenário geral das relações entre o Estado brasileiro, o processo de globalização e a ampliação do risco de desastre na mineração.

As evidências obtidas a partir da análise do contexto macro permitiram demonstrar o modo de entrelaçamento das instituições públicas de controle ambiental e da mineração com as corporações mineradoras, numa dinâmica política e econômica em que as instituições governamentais funcionam como “instituições de fachada” (Brinks, et al. 2019), tendo uma “ideia tênue de segurança” (Valencio, 2016). Por meio dessas análises, foi possível explicitar como a dimensão da fragilidade institucional dos órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização da segurança das barragens de mineração estabeleceu-se por omissões dos poderes constituídos em prover os recursos necessários ao exercício funcional dos referidos órgãos públicos. Isso, mesmo após a promulgação da PNSB, em 2010, e normativas que regulamentaram o controle do risco de barragens.

Face as evidências sublinhadas, o primeiro aspecto a destacar é que a dimensão da vulnerabilidade, enquanto elemento crítico crucial para compreensão do risco de desastre, abrange o reconhecimento da suscetibilidade das pessoas, comunidades, sistemas, bens e ativos econômicos a sofrerem perdas e danos relevantes, e até irreversíveis. Sobretudo, considerando que os riscos existentes na atividade de extração e processamento do minério de ferro estão interligados aos novos riscos, criados e derivados de processos de desenvolvimento econômico multiescalares.

Tais processos, enfatize-se, são viabilizados pelos avanços tecnocientíficos, associados à globalização econômica, que propiciou a expansão acelerada da produção mineral, especialmente do minério de ferro. Com isso, a condição de risco de barragem de rejeitos de mineração foi ampliada em magnitude e intensidade. A exposição ao risco se tornou mais abrangente, incluindo a diversidade de ecossistemas, bens e ativos econômicos públicos e privados, além de milhares de pessoas e trabalhadores, tais como pequenos agricultores, criadores de animais, pescadores, marisqueiras, comunidades tradicionais, situados a jusante de cada barragem que, de diferentes maneiras, se tornaram ameaçados em seus modos de vida, trabalho e sustento.

Por isso, se pode dizer que a vulnerabilidade aos desastres se tornou um problema multiescalar, que exige uma abordagem que considere os diversos níveis de impacto. Ou seja, a sociedade afetada está diante de múltiplos impactos negativos significativos que contribuem para maior complexidade e dificuldade na gestão dos riscos associados às barragens.

Como se destacou, o problema de abrangência multiescalar vincula-se ao contexto macroeconômico, via processo de globalização da economia capitalista, cuja dinâmica de crescente integração e interdependência dos mercados resulta na primazia dos agentes econômicos que atuam com pouca interferência governamental. Nesse contexto, emergiram as redes globais de produção, definidas como “o nexo de funções e operações interligadas através das quais bens e serviços são produzidos, distribuídos e consumidos” (Henderson *et al.* 2011, p. 153). Esse modelo organizacional transfronteiriço e multiescalar, do nível local ao global e vice-versa, conforma tipologias dinâmicas, cujas formas mudam com o tempo, pois são construídas por múltiplos agentes, com influência e poderes assimétricos, simultaneamente, enraizadas e profundamente influenciadas pelos contextos sociopolíticos e por condições socioculturais dos locais onde estão inseridas. As redes integram as firmas (e partes de firmas) e também as economias nacionais, ou partes delas, portanto são mais complexas e mais abrangentes em extensão geográfica do que as organizações tradicionais.

A Samarco e suas proprietárias, neste contexto, operam, de forma multiescalar, a dinâmica dos fluxos da economia globalizada, ao mesmo tempo em que subordinam os lugares onde estão ancoradas aos riscos das suas atividades produtivas. Nesse ambiente interativo e complexo, a estratégia de expansão da extração e beneficiamento do minério de ferro, nas primeiras décadas desse milênio, teve como fatores coadjuvantes o aumento da demanda e dos preços, que caracterizou o mercado global de bens minerais; e, como fatores facilitadores, as condições político-institucionais do Estado brasileiro, devido à ambiência de sub-regulação do setor mineral e relativa ausência de regulação da segurança de barragens, em âmbito nacional, até 2010. O protagonismo expansionista arrojado dessas corporações encontrou um ambiente favorável para apostar na “alta produtividade”, utilizando ao máximo os “ativos disponíveis em todas as áreas e atividades”, com “custos de produção baixos” e, assim, aumentar a rentabilidade, sustentando-se na “reputação

forte” junto aos clientes, empregados, parceiros de negócio e sociedade em geral, conforme as diretrizes estratégicas da Samarco para o período 2012-2022 (Samarco, 2014, p. 9).

O processo de globalização econômica afetou os países em desenvolvimento, ou subalternos, no contexto da economia global. Entre os efeitos causados, destacou-se a vulnerabilidade externa estrutural, que é “determinada, principalmente, pelos processos de desregulação e liberalização nas esferas comercial, produtivo-real, tecnológica e monetário-financeira das relações” (Costa Pinto e Gonçalves 2015, 453). Essa nova dinâmica econômica acentuou a vulnerabilidade dos países em desenvolvimento, devido às assimetrias na capacidade financeira, produtiva e tecnológica que os colocaram em desvantagem comercial em relação àqueles com tecido produtivo mais complexo e intensivo em conhecimento.

Para lidar com as mudanças em curso, os países da América Latina, em geral, e o Brasil, em particular, sendo detentores de reservas de recursos naturais em abundância, decidiram expandir a exploração de recursos minerais como forma de manter ou elevar suas posições de poder efetivo neste cenário. Embora existam especificidades que diferenciam os países latinos, a expansão do capitalismo ampliou as fronteiras territoriais do extrativismo mineral na região, por meio de um modelo de desenvolvimento delineado pelo crescimento econômico fundado na apropriação dos recursos naturais explorados por redes produtivas pouco diversificadas.

A mineração de ferro é um setor estratégico na sociedade industrial contemporânea, organizado por complexas redes globais de produção, em processo crescente de integração e interdependência, dentro da dinâmica capitalista das economias e dos mercados globalizados. Apesar dos desastres e impactos socioambientais, no Brasil, ao longo das últimas cinco décadas, o minério de ferro alcançou importância econômica estratégica para o equilíbrio da balança comercial e a estabilidade do PIB nacional. Entre 1995 e 2010, com o aumento da demanda e dos preços, o produto se tornou o “carro-chefe” da exportação mineral brasileira, tal como definido no Plano Nacional de Mineração/2030, publicado em 2011. A estratégia governamental estimulou a expansão da produção e o volume produzido dobrou, no período de 2000-2015, saltando de 212 para 431 milhões de toneladas anuais em apenas 15 anos.

O segundo aspecto a destacar se refere à análise da fragilidade do poder institucional no controle dos riscos da barragem de Fundão, considerando os efeitos das transformações do setor minero-siderúrgico brasileiro e a forte influência das corporações mineradoras, incidindo nas atividades de regulamentação e de controle do Estado brasileiro no setor mineral. Dada a centralidade do mercado na economia, neste novo milênio, considerou-se, por um lado, a presença das redes globais de produção, na expansão do capitalismo contemporâneo, e, por outro, a retração do papel do Estado na economia. Tais processos geraram enfraquecimento, ausência ou atrofiamento da regulação estatal, ao mesmo tempo em que produziram crescimento da autorregulação empresarial e dos mercados autorregulados.

No Brasil, a partir da década de 1990, as transformações em curso na ordem econômica resultaram nas privatizações de empresas estatais, entre elas a CVRD, atualmente Vale S.A., em 1997, no governo de Fernando Henrique Cardoso. Também durante o referido governo, foi realizada a reforma do Estado brasileiro que promoveu o reordenamento estratégico da presença do Estado na economia. Tais reformas reduziram o papel do Estado brasileiro no controle das atividades econômicas, mas postergaram a criação das normativas para dar unicidade de regras e procedimentos regulatórios. A ausência de marcos regulatórios consistentes fragilizou a ação do poder público no exercício da sua função de alinhar o interesse privado ao interesse público.

Considerando o contexto dessas grandes mudanças econômicas e político-institucionais, a proposição relativa à existência de vulnerabilidade político-institucional, decorrente da fragilidade da autoridade pública e da atuação estatal, tomou corpo e consistência. A investigação visando atestar tal hipótese partiu da compreensão de que a “a fonte ou origem dos desastres se encontra no próprio sistema no qual eles aparecem” (Quarantelli, 2015, p. 42). Tendo essa proposição como direção e à luz dos ensinamentos de Quarantelli e outros autores que tratam dos desastres, foram investigadas as ações da Samarco Mineradora e dos órgãos públicos de licenciamento e fiscalização de barragens de rejeito de mineração.

Conforme fartamente demonstrado no terceiro capítulo, o desastre resultou do agravamento de riscos tecnológicos, previsíveis e normatizados, mas negligenciados pelo empreendedor. A empresa tinha conhecimento de que havia falhas técnicas na barragem de Fundão e de que as ações por ela implementadas, como o alteamento

acima dos padrões de segurança, por exemplo, agravariam os riscos. O registro dos riscos identificados pelas equipes técnica e operacional da Samarco, bem como as análises e recomendações de consultores externos eram remetidos às instâncias superiores, isto é, à Diretoria e ao Conselho de Administração, para conhecimento e devidos encaminhamentos. As evidências dos fatos detalhadas nesta tese corroboram a inércia da Samarco e suas proprietárias, Vale S.A. e BHP Billiton Ltda., diante do agravamento do risco de desastre e da vulnerabilidade das pessoas e territórios.

A análise das informações atesta que o desastre não foi acidental. Entre as muitas evidências, está o fato de a empresa ter calculado, em 2015, os custos de ruptura integral das barragens de Fundão e Santarém. Esses cálculos foram bastante assertivos em relação aos possíveis impactos para terceiros, com detalhamento dos danos socioeconômicos e socioambientais. Neles, se estimou, inclusive, uma parada total da produção, por dois anos, para a recuperação dos danos e adoção dos procedimentos necessários ao retorno das atividades. Além disso, as análises das ações realizadas demonstraram que as empresas decidiram expandir aceleradamente a produção, sobrecarregar a barragem de rejeitos além do suportável e que, apesar dos graves problemas estruturais, descumpriram padrões e normas técnicas de segurança. Com isso, agravaram os riscos existentes, o que gerou o encadeamento dos problemas estruturais, que estão na base do colapso da barragem e cujos impactos se prolongam ao longo do tempo.

Por sua vez, os órgãos públicos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização autorizaram o funcionamento da barragem de Fundão, mas não garantiram o acompanhamento contínuo e a observância de padrões de segurança, de maneira a prevenir ou reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências. Importa destacar que, desde 2002, o Estado de Minas Gerais legislou e normatizou sobre segurança de barragem, inclusive estabelecendo critérios e parâmetros de classificação de risco de barragens, mas que não foram devidamente cumpridos pelos empreendedores. Tampouco os órgãos ambientais de Minas Gerais observaram e checaram, efetivamente, se os empreendedores estariam respeitando e cumprindo as normativas.

Complementando esses achados, o capítulo quatro tratou detalhadamente dos dispositivos da Política Nacional de Segurança de Barragens instituída pela Lei nº. 12.334/2010. Dentre outras medidas, a lei determinou que as condições de segurança

devem ser periodicamente revisadas (art. 10), levando em consideração eventuais alterações resultantes do envelhecimento e deterioração das estruturas ou de outros fatores, como o aumento da ocupação nos vales a jusante. Também, atribuiu aos órgãos e instâncias responsáveis um conjunto de responsabilidades e atividades inerentes à detecção e controle de ameaças e riscos ambientais derivados de desastres naturais ou antrópicos.

No entanto, a lei é falha na definição de mecanismos ou instâncias de coordenação entre a Política Nacional de Segurança de Barragem e a Política Nacional de Meio Ambiente. O art. 5º da lei 12.334/2010 é, no mínimo, ambíguo²³⁹, na medida em que atribui à fiscalização tanto aos órgãos ambientais – no caso órgãos subnacionais – quanto ao DNPM, órgão da instância federal.

Assim, apesar da existência de leis, normas e padrões de classificação, estes não foram capazes de evitar o desastre da barragem de Fundão, em 2015. Ademais, soma-se a essas falhas a inexistência de um sistema de governança multinível, integrado e articulado, a exemplo de outras políticas públicas, que permitiria maior integração dos sistemas de informações relevantes tanto para a política ambiental e de recursos hídricos como para a política mineral e de segurança de barragem.

Essas falhas e omissões na regulamentação das regras do jogo institucional, aliadas ao não provimento de recursos para que as estruturas organizacionais-institucionais, vinculadas à PNMA e à PNSB, pudessem cumprir a contento as competências institucionais que lhes foram atribuídas pela legislação pertinente, conformam o quadro de fragilidades institucionais e operacionais presente nos órgãos das referidas estruturas, conforme demonstrado no capítulo V. Em síntese, o licenciamento ambiental compete aos órgãos ambientais estaduais, enquanto que a fiscalização de barragens compete a dois órgãos diferentes, que têm atribuições específicas e são subordinados a diferentes esferas do poder institucional.

Depreende-se que essa configuração institucional, aliada aos outros fatores mencionados, resulta em fraqueza da capacidade de *enforcement* do poder público para exercer sua responsabilidade de controle da segurança de barragens de rejeitos. Assim, ambiguidades em relação às competências relativas à segurança de

²³⁹ art. 5º. A fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama): Inciso III - à entidade outorgante de direitos minerários para fins de disposição final ou temporária de rejeitos;

barragens, fragmentação da autoridade, falta de sintonia e de coordenação ordenada das atribuições, planejamento das metas de acompanhamento e monitoramento das barragens, entre outras falhas, impedem a existência de governança pública do risco de desastres. Tais fatores evidenciam as condições de vulnerabilidade da sociedade exposta aos riscos da barragem de Fundão.

Por outro lado, sob a vigência do “Estado regulador”, tal como preconizado pela reforma do Estado brasileiro, realizada pelo governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), o papel do Estado deveria ser o de mantenedor da ordem social e econômica e também de regulador, normatizador e fiscalizador das atividades econômicas e sociais. A função finalística do poder regulamentar é “trazer ao Estado uma função subsidiária à iniciativa privada, em busca de eficiência nos mais diversos âmbitos estatais” (Pontes, Mazzuca, 2022). A referida reforma do Estado brasileiro tornou a administração pública mais permeável à participação dos agentes privados, por intermédio da criação de agências reguladoras de caráter independente. No entanto, o novo modelo de Estado não avançou em termos da institucionalização da unicidade de regras e procedimentos para exercer a função de alinhar o interesse privado ao interesse público (Fortini e Farjado, 2019). A visão programática, conforme Cunha e Karan (2017, p.62), era “vinculada a uma proposta de diminuição do papel ativo do poder público e de alinhamento ao *mainstream* internacional, preterindo, em larga medida, a função de planejamento estatal em prol do reforço da postura regulatória pró-mercado”.

Assim, a teia das relações entre empresas mineradoras e a estrutura organizacional-institucional, vinculada à PNMA e à PNSB, têm por base a interdependência, e a capacidade de prover ações de efeito recíproco. Nesse sentido, a finalidade das mineradoras, de obtenção de lucros e dividendos, e a finalidade do Estado, de gerar divisas e prover as condições de sustentabilidade do desenvolvimento e crescimento econômico, não são necessariamente colidentes. Tal fato se expressou por meio de um processo relacional pelo qual o Estado brasileiro permitiu fortes traços de autorregulação das mineradoras, dando-lhes ampla margem de manobra para suas operações em solo nacional.

O entrelaçamento do poder institucional com as corporações mineradoras também se fez presente nas ações que resultaram no colapso da barragem de Fundão. Diante de constatações fáticas acerca dos riscos que envolviam a segurança

da barragem, não foram aplicados os princípios de precaução e prevenção, seja pelos empreendedores, seja pelos órgãos responsáveis pela política ambiental, seja pelos órgãos fiscalizadores da segurança estrutural. A complacência em face dos sinais de precarização da segurança da barragem e a invisibilização dos riscos de desastre resultaram no maior crime socioambiental do país, protagonizado pelas corporações multinacionais Samarco/Vale/BHP Billiton.

Tendo em conta os aspectos analisados, a outra dimensão refere-se à vulnerabilidade enquanto dimensão do risco de desastre. Para análise dessa dimensão, preliminarmente, é preciso reconhecer a suscetibilidade das pessoas, comunidades, sistemas, bens e ativos econômicos a sofrerem perdas e danos relevantes. Portanto, trata-se da dimensão político-institucional, que contribuiu para agravar a exposição da sociedade aos riscos e aos impactos da barragem de Fundão sobre a sociedade e o território diretamente atingidos.

No caso da barragem da Samarco, a produção em larga escala de minério de ferro dinamizou as diferentes relações político-institucionais implicadas na dinâmica econômica das regiões minerárias, que abrangem diferentes escalas, com efeitos diversos nos níveis federal, estadual e municipal. Apesar da garantia constitucional dos direitos da sociedade brasileira, em tempos de globalização econômica, sob o predomínio do mercado, o poder institucional tem autonomia relativa, dada a complexidade e abrangência das organizações privadas e a dispersão da sua relação de propriedade. O agravamento do risco de desastre tem desafiado o controle estatal, especialmente junto às grandes corporações transnacionais. Dessa perspectiva analítica, foram evidenciadas as formas de manifestação da vulnerabilidade político-institucional que compôs a situação multicausal do colapso da barragem.

A vulnerabilidade aos perigos de desastres é a expressão relacional de uma totalidade, afetada em múltiplas escalas que se articulam entre si como um processo social construído complexo e dinâmico. É um fenômeno que evolui de razões subjacentes para condições inseguras através de processos dinâmicos (Blaikie *et al.*, 1994). As razões subjacentes ou causas profundas se referem aos processos gerais e generalizados na sociedade, com origem nos sistemas políticos, econômicos e demográficos que fazem evoluir a vulnerabilidade para condições inseguras (ambiente físico frágil, economia local instável, grupos vulneráveis, falta de precauções estatais ou privadas), através dos chamados processos dinâmicos, tais como a falta de

instituições locais, mercados subdesenvolvidos, crescimento populacional e urbanização (Blaikie *et al.*, 1994, *apud* Marre, 2013, p. 597).

A relação entre a fragilidade das instituições e os efeitos negativos dos riscos de desastres tem sido analisada como vulnerabilidade institucional. O conceito é utilizado para compreender a forma como a fragilidade das instituições afeta a vulnerabilidade da sociedade aos riscos de desastres. Os desastres têm revelado que as instituições frágeis podem tornar a sociedade mais vulnerável aos riscos de desastres (Papathoma-Köhle e Thaler, 2018). Apoiados em Raschky (2008), os autores destacaram que a capacidade de desempenho das instituições, dentro de um país, influencia significativamente a redução de danos e perdas causados por riscos oriundos de fenômenos naturais.

A vulnerabilidade institucional pode ser afetada por fatores como governança, processos de tomada de decisão, instrumentos de ação pública, recursos humanos, orçamentários, financeiros, tecnológicos, entre outros, conforme verificado no caso Samarco. Portanto, a dimensão institucional da vulnerabilidade abrange tanto o contexto quanto o processo pelo qual as instituições são frágeis para garantir a observância de padrões de segurança, ou ignoram o seu dever de assegurar o cumprimento das regulamentações para prevenir, mitigar e recuperar o impacto de um evento perigoso.

Enfim, a compreensão da vulnerabilidade político-institucional, como se demonstrou no Capítulo V, requer o entendimento da sua interação com as outras dimensões da vulnerabilidade, as quais consistem nas dimensões econômica, social, ambiental, cultural e psicológica (Papathoma-Köhle *et al.*, 2021). *Desse modo*, a vulnerabilidade político-institucional abrange a suscetibilidade de um sistema político e suas instituições às instabilidades, disfunções ou falhas, que podem incluir uma variedade de fatores, tais como: a fragilidade governamental, sistemas legais fracos, falta dos recursos necessários ao exercício funcional. As consequências de tais condições podem resultar em uma série de efeitos negativos, seja para a sociedade, seja para as instituições públicas. A análise de diversos fatores constitutivos da vulnerabilidade institucional, presentes no caso da barragem de Fundão, corroborou as hipóteses relativas à presença dessa dimensão nas relações e interações estabelecidas entre as corporações e a estrutura organizacional-institucional concernentes à PNMA e à PNSB.

Em suma, o caso Samarco evidenciou a interação da vulnerabilidade político-institucional com as outras dimensões da vulnerabilidade ao desastre tecnológico. Trata-se da ausência de instrumentos jurídico-institucionais reguladores, bem como de falhas na aplicação dos instrumentos criados pelos legisladores, por um lado, e fragilidade e/ou fraqueza das instituições criadas para licenciar e fiscalizar a segurança de barragens de mineração, por outro. De modo transversal, compõe o quadro dos problemas evidenciados a ausência de um sistema de governança capaz de coordenar as ações e relações dos órgãos de licenciamento e de fiscalização de barragens, tendo em vista a dinâmica multinível que caracteriza o funcionamento desses órgãos, por um lado, e a abrangência continental que devem cobrir, no exercício de suas funções licenciadoras e fiscalizadoras em todo o território brasileiro, por outro.

A análise do caso da barragem de Fundão, à luz da metodologia de estudo de caso único, permitiu ampliar a compreensão sobre a complexidade derivada dos entrelaçamentos das diversas variáveis que compõem a vulnerabilidade político-institucional. A perspectiva conceitual abrangente, formulada por Papathoma-Köhle, T. Thaler e S. Fuchs (2021), aliada às contribuições de Brinks, Levitsky e Murillo (2019), iluminou a reflexão sobre o caso analisado. Com esses aportes, foi possível avançar, no sentido de demonstrar diversas omissões e falhas que dificultaram os órgãos públicos de licenciamento e de fiscalização a exercer o poder coercitivo. Isto é, que os levaram a limitar suas capacidades de *enforcement* no que se refere à aplicação ou ao ato de fazer cumprir leis, regras ou regulamentos. Portanto, a assegurar o cumprimento das normas estabelecidas e das ações necessárias em caso de violações pelos empreendedores.

Embora esta tese tenha avançado na demonstração de alguns fatores que contribuíram para agravar o risco de desastres tecnológicos, em especial, aqueles vinculados à barragem de rejeitos de mineração da Samarco, e explicitado, desse modo, dimensões da vulnerabilidade político-institucional, ainda há muito trabalho a ser feito. Consideram-se estes primeiros passos um convite teórico para uma agenda de pesquisa que requer desenvolvimentos tanto empíricos quanto conceituais.

REFERÊNCIAS

Teóricas

ABREU, Marcelo de Paiva *et al.* **A ordem do progresso: cem anos de política econômica republicana, 1889-1989.** 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ALCANTARA, P. A. F.; SAMPAIO, R. S. R. O rompimento da Barragem de Fundão: um desastre “tecnológico”. **Revista Conjuntura Econômica** v. 70 n. 8, 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/65891/0> Acesso em: 22 Jul. 2019.

ANDRADE, Maria Lúcia Amarante de; CUNHA, Luiz Maurício da Silva. O setor siderúrgico. *In*: SÃO PAULO, Elizabeth Maria De; KALACHE FILHO, Jorge (Org.). **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social 50 anos: histórias setoriais.** Rio de Janeiro: Dbá, 2002. p. 21-47. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13314>. Acesso em: 17 fev. 2024.

AREOSA, J. Risco: Uma abordagem alternativa da teoria social. **Segurança comportamental**, v. 9 n. 12, 2019, p. 34-42. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332423640_Risco_uma_abordagem_alternativa_da_teoriasocial. Acesso em: 12 abr. 2023.

BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco: Rumo a uma outra modernidade.** 2. ed. São Paulo: 34, 2011.

BIRKMANN, Jörn. **Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies (second edition).** New York: United Nations University, 2013. Disponível em: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:2880/n9789280812022_text.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

ALVEAL CONTRERAS, C. **A Petrobrás: os desbravadores e a construção de Brasil industrial.** Rio de Janeiro: *Relume Dumará*: Anpocs. 1994.

ALVES, José Eustáquio Diniz. A crise fiscal brasileira e suas armadilhas. [s/l]: **EcoDebate**. Publicado em: 10/05/2019. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/05/10/a-crise-fiscal-brasileira-e-suas-armadilhas-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/> Acesso em 11 abr. 2024.

BEKEFI, Tamara; EPSTEIN, Marc J. Integrating Social and Political Risk Into Management Decision-Making. **The Society of Management Accountants of Canada and The American Institute of Certified Public Accountants.** 2006. Disponível em: https://www.daedalusadvising.com/Integrating_%20Social_Political_Risk.pdf. Acesso em: 10 set. 2023.

BENITES Lazaro, Lira Luz. Desastres naturais e vulnerabilidade social e institucional: caso do Petrópolis – Brasil. *In*: Conferência: II Encontro Nacional Sobre População, Espaço e Ambiente – GT PopEA – ABEP, 2013 São José dos Campos, SP. **Anais [...]** São José dos Campos, ABEP, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313516150_DESASTRES_NATURAIS_E_

VULNERABILIDADE_SOCIAL_E_INSTITUCIONAL_CASO_DO_PETROPOLIS_-_BRASIL. Acesso em: 13 abr. 2024.

BERWIG, J. A.; MAINARDE, T. A. O desastre de Mariana: a gestão jurídica dos riscos. **Revista dos Tribunais** [recurso eletrônico]. São Paulo, SP, Revista de Direito Ambiental. v. 90, 2018, p. 171 - 199 abr – jun, 2018. DTR\2018\15647. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/26952> . Acesso em: 05 maio 2021.

BITTENCOURT, NÓBREGA, F. F.; SILVESTRE TEIXEIRA, A. C. Compreendendo a fragilidade institucional: o poder e o desenho institucional nas instituições latino-americanas. **REI - Revista Estudos Institucionais**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 95–109, 2023. DOI: 10.21783/rei.v9i1.754. Disponível em: <https://www.estudosinstitucionais.com/REI/article/view/754>. Acesso em: 10 jan. 2024.

BORON, Atílio A. **Estado, capitalismo e democracia na América Latina**. Tradução de Emir Sader. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Modernização incompleta e pactos políticos no Brasil. In: SOLA, L. & PAULANI, L. (Org.). **Lições da década de 80**. São Paulo: EDUSP, Genebra: UNRISD, 1995, p. 105-133.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Crise Econômica e Reforma do Estado no Brasil**: para uma nova interpretação da América Latina. São Paulo: Editora 34, 1996.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Sociedade civil: sua democratização para a reforma do Estado. In: BRESSER-PEREIRA, L. C.; WILHEIM, J.; SOLA, L. (orgs). **Sociedade e Estado em Transformação**. São Paulo: Editora da UNESP, Brasília: ENAP, 1999. E-book (422p.) (coletânea). Disponível em: <https://bresserpereira.centrodeeeconomiapolitica.org/books/sociedade-e-estado-em-transformacao/03-Sociedade-Civil-sua-democratizacao.pdf> . Acesso em: 20 jul. 2019.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **A Reforma Gerencial do Estado de 1995**. [papers]. Disponível em: <https://bresserpereira.org.br/papers/2000/81RefGerenc1995-INA.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Sobre Desenvolvimento e Crise no Brasil**. [papers]. Disponível em: <https://bresserpereira.centrodeeeconomiapolitica.org/books/embuscadonovo/19-Sobre-Desenvolvimento-e-Crise-no-Brasil.pdf> . Acesso em: 28 jun. 2019.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Assalto ao Estado e ao mercado, neoliberalismo e teoria econômica. **II Estudos Avançados**, São Paulo, USP, n. 23 v. 66, 2009. Dossiê Crise Internacional. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142009000200002> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/F8tmPL4Z7PBjDtnhzHV7hVm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 jun. 2019.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Teoria Novo-Desenvolvimentista: Uma Síntese. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 19, pp.145-165, jul.-dez.

2016. Disponível em: <http://www.cadernosdodesenvolvimento.org.br/ojs-2.4.8/index.php/cdes/article/view/9>. Acesso em: 12 nov. 2019.

BRINKS, Daniel M.; LEVITSKY, Steven; MURILLO, Maria Victoria. ***Understanding Institutional Weakness Power and Design in Latin American. Institutions Elements in Politics and Society in Latin America***. Cambridge University Press, 2019. ISSN 2515-5253 E-book. Disponível em: <https://www.cmi.no/publications/8470-understanding-institutional-weakness-power-and-design-in-latin-american-institutions>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BULLOCK, J.; HADDOW, G.; COPPOLA D. **Introduction to Emergency Management Butterworth-Heinemann**, 2017.

CAPELLA, Ana Cláudia Niedhardt. **Formulação de Políticas**. Brasília: Enap, 2018, 151p. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3332>. Acesso em: 12 jan. 2024.

CARDOZO, F. A.; PIMENTA, M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos Construtivos de Barragens de Rejeitos de Mineração – Uma Revisão. **Holos**, [s.l.], v. 08, p. 77–85, 2017. DOI: 10.15628/holos.2016.5367. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5367>. Acesso em: 20 fev. 2020.

CARVALHO, José Carlos; LOTT, Vinícius; GREGO, Thiago Alexsander Costa. **Integração: A Concepção do Sistema Estadual de Meio Ambiente em Minas Gerais**. Painel apresentado no II Congresso CONSAD de Gestão Pública. Centro de Convenções Ulysses Guimarães – Brasília-DF, 2009. Disponível em: <https://www.consad.org.br/eventos/congressos/ii-congresso-consad-de-gestao-publica-brasilia-df/>. Acesso em: 15 abr. 2023.

CAVALCANTE, Pedro Luiz Costa; SILVA, Mauro Santos (orgs.). **Reformas do Estado no Brasil: Trajetórias, Inovações e Desafios**. Brasília, DF: CEPAL, Rio de Janeiro, IPEA, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361574690_Reformas_do_Estado_no_Brasil_Trajetorias_Inovacoes_e_Desafios. Acesso em: 29 fev. 2023.

CELLARD, André. A análise documental. In: **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Tradução de Ana Cristina Nasser. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

CERVI, E. U. O papel da ciência política no discurso científico brasileiro: institucionalização e avanços de uma área em construção. **BIB - Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, [S. l.], n. 86, p. 116–137, 2018. Disponível em: <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/454>. Acesso em: 2 mar. 2022.

COELHO, M. C. N.; WANDERLEY, L. J.; GARCIA, T. C.; BARBOSA, E. J. da S. Regiões econômicas mineiro-metalúrgicas e os riscos de desastres ambientais das barragens de rejeito no Brasil. **Revista da ANPEGE**, [S. l.], v. 13, n. 20, p. 83–108,

2017. DOI: 10.5418/RA2017.1320.0005. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6903>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CORREA, V., Munhoz, V.; PEREIRA, V. A volatilidade da conta financeira do balanço de pagamentos de países selecionados da América Latina e da Ásia no período 1990-2010. In: Encontro Internacional da Associação Keynesiana Brasileira, **Anais [...]** v. 5, 2012.

CORSI, FL; SANTOS, A. dos S.; CAMARGO, JMCM. América Latina: ciclo das commodities e a crise do capitalismo global. **AUSTRAL: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais**, [S. l.], v. 15, 2022. DOI: 10.22456/2238-6912.89388. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/austral/article/view/89388>. Acesso em: 15 jun. 2023.

COTA, G. E. M.; ROSA, N. M. G.; ROMEIRO, C. E.; MENDES, I. A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Aspectos legais da segurança de barragens de rejeitos de minério: implicações para a qualidade ambiental e usos múltiplos da água no alto Rio das Velhas (MG). **Geographia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 45, p. 32-46. 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/14478> Acesso em: 03 maio 2021.

COTA, G.; REIS, Matheus; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio; MOURA, Ana. Panorama dos rompimentos de barragens de rejeito de minério no mundo. **Caderno de Geografia**. Minas Gerais, v. 30, n. 61, 2020. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2020v30n61p368. Disponível em <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/22380>. Acesso em: 03 maio. 2021.

COSTA, A.; FERNANDES FELIPPE, M.; REIS, G. Licenciamento Ambiental de Grandes Empreendimentos Minerários: Dos Alarmes que Ninguém Escuta à Tragédia no Rio Doce. **Revista Geografias**, [S. l.], p. 95–113, 2016. DOI: 10.35699/2237-549X.13469. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13469>. Acesso em: 18 ago. 2022.

COSTA PINTO, Eduardo Costa; GONÇALVES, Reinaldo. Globalização e poder efetivo: transformações globais sob efeito da ascensão chinesa. **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 24, n. 2, p. 449–479, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642087>. Acesso em: 21 ago. 2019.

CUNHA, B. Q. Antagonismo, modernismo e inércia: a política regulatória brasileira em três atos. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, RJ, v. 14, n. Especial, p. 473-485, 2016. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/cadernosebape/article/view/17190>. Acesso em: 12 ago. 2021.

CUNHA, B. Q.; KARAM, R. **Regulação Estatal no Brasil Contemporâneo: o desafio da polimorfia e da complementaridade institucional**. Brasil, DF: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8100>. Acesso em: 28 abr. 2021.

DAIN, Sulamis. Empresa estatal e política econômica no Brasil. In: MARTINS, C. E. (Org.). **Estado e capitalismo no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1977, p. 141-165.

DAIN, Sulamis. **Empresa estatal e capitalismo contemporâneo**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1986, 311p.

DANTAS, Heline Fernanda Silva Assis; FREITAS, Lúcia Santana. Contribuições da mineração para o município na perspectiva da sustentabilidade (Contributions of mining activity to the municipality in the perspective of sustainability). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 1555–1574, 2018. DOI: 10.26848/rbgf.v11.4.p1555-1574. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/234100>. Acesso em: 10 fev. 2024.

DIAS, Ludmila Souza Ferreira Oliveira. **O “Acordão de Mariana”**: solução do quê e proteção de quem? 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Social, Universidade de Montes Claros, 2017. Disponível em: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS/MG – UNIMONTES. Acesso em: 21 mar. 2022.

DINIZ, Eli. **Crise, reforma do Estado e governabilidade**: Brasil, 1985-1995, Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1997.

DOS SANTOS, R. S. P.; MILANEZ, B. PODER CORPORATIVO E AÇÃO ECONÔMICA: reflexões a partir da mineração de ferro. **Política & Trabalho: revista de ciências sociais**, [S. l.], v. 1, n. 48, p. 95–113, 2018. DOI: 10.22478/ufpb.1517-5901.2018v1n48.37762. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/politicaetrabalho/article/view/37762>. Acesso em: 2 mar. 2021.

DISASTER RISK. In: UNDRR Terminology, 2015. Disponível em: [Disaster Risk | Understanding Disaster Risk \(preventionweb.net\)](https://www.un.org/en/development/desa/undrr/terminology/). Acesso em: 08 abr. 2024.

DRAIBE, Sônia. **Rumos e metamorfoses**: um estudo sobre a constituição do Estado e as alternativas de industrialização no Brasil, 1930-1960. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

ESPINDOLA, Haruf Salmen; NODARI, Eunice Sueli; SANTOS, Mauro Augusto dos. Rio Doce: riscos e incertezas a partir do desastre de Mariana (MG). **Rev. Bras. Hist.** v. 81 n. 39, maio/ago, 2019, DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-93472019v39n81-07>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbh/a/WVJHkHCGb8HXBRrPX9hjYCv/#>. Acesso em: 13 jun. 2023.

EUCLYDES, Filipe Maciel; PEREIRA, Jussara Jéssica; FONSECA, Francisco César Pinto da. O rompimento da barragem de Fundão: análise da marginalização dos atingidos na governança pós-desastre. *Revista Contabilidade e Organizações*. São Paulo, v. 16, e 186049, 2022. p. 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2022.186049>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rco/article/view/186049>. Acesso em: 28 jan. 2024.

EVANS, Peter. O Estado como problema e solução. Lua Nova – **Revista de Cultura e Política**, São Paulo, n. 28/29, p. 107-156, 1993.

EVANS, Peter. **Embedded autonomy**: states and industrial transformation. Princeton: Princeton University Press, 1995.

FEMA. Federal Emergency Management Agency. Agência Federal de Gestão de Emergências. **Sobre nós**. Disponível em: <https://www.fema.gov/about>. Acesso em: 30 jul. 2024.

FERNANDES, P. S. A Etimologia do Risco. Herança Ibérica ao Mundo? Breve e Despretensiosa Teoria. **Revista de Estudos Jurídicos da UNESP**, Franca, v. 20, n. 32, 2018. DOI: 10.22171/rejv20i32.2266. Disponível em: <https://ojs.franca.unesp.br/index.php/estudosjuridicosunesp/article/view/2266>. Acesso em: 17 abr. 2023.

FIANI, Ronaldo. Arranjos Institucionais e Desenvolvimento: o papel da coordenação em estruturas híbridas. ISSN 1415-4765. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **IPEA** – 2013. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/citations?user=bRFkWtUAAAAJ&hl=pt-BR> Acesso em: 29 out. 2019.

FIORI, José Luiz. **Para uma economia política do Estado brasileiro**. Rio de Janeiro: UERJ/IMS, Série Estudos em Saúde Coletiva, n. 41, maio 1993.

FORTINI, Cristiana; FAJARDO, Gabriel. A nova Lei das Agências Reguladoras: impressões iniciais. **Consultor Jurídico**, publicado em: 27/06/2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-jun-27/interesse-publico-lei-agencias-reguladoras-impressoes-iniciais/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

FOUCAULT, Michel. **Em Defesa da Sociedade**. Curso no *Collège de France* (1975-1976). São Paulo: Martins Fontes, 1999.

FREITAS, Mário *et al.* O desastre da Samarco/VALE/BHP: Análise crítica de alguns discursos, racionalidades e percepções. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 51-56, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300015>. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300015lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 fev. 2021.

FREITAS, Carlos Machado de.; PORTO, Marcelo; MACHADO, Jorge Mesquita Huet; FARIA, Mario Parreiras de.; PUIATTI, Roque Luís Mion. Acidentes ampliados - mais do que um conceito, uma história de luta que precisa ser atualizada. Ensaio Dossiê RBSO 50 Anos. **Rev. bras. saúde ocup.** n. 48, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369/39422pt2023v48edcinq4>. Disponível em: SciELO - Brasil - Acidentes ampliados - mais do que um conceito, uma história de luta que precisa ser atualizada. Acesso em: 28 mar. 2024.

FREY, K. Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, [s/l], n.

21, 2022. Disponível em: [//www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/89](http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/89). Acesso em: 10 out. 2023.

FUCHS, Sven. Susceptibility versus resilience to mountain hazards in Austria - Paradigms of vulnerability revisited. **Natural Hazards and Earth System Sciences**. v. 9. 2009. 10.5194/nhess-9-337-2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26641157_Susceptibility_versus_resilience_to_mountain_hazards_in_Austria_-_Paradigms_of_vulnerability_revisited. Acesso em: 20 jan. 2024.

GALIL, G.C. **A Responsabilidade das Joint Ventures Transnacionais por Violações de Direitos Humanos: Um estudo à luz do Caso Samarco**. 2016. Monografia (Graduação em Direito). Universidade Federal de Juiz de Fora. HOMA – Centro de Direitos Humanos e Empresas, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <http://homacdhe.com/wp-content/uploads/2017/06/Monografia-Galil.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.

GIDDENS, Anthony. **O mundo na era da globalização**. Lisboa: Presença, 2000. E-book. DOI: [10.7559/gestaoedesenvolvimento.2000.63](https://doi.org/10.7559/gestaoedesenvolvimento.2000.63) Licença CC POR. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337410370_Antony_GIDDENS_O_mundo_na_era_da_globalizacao_trad_do_ingles_por_Saul_Barata_Lisboa_Presenca_1999_92_p Acesso em 25 fev. 2023.

GOMIDE, Alexandre de Ávila; PIRES, Roberto Rocha C. Capacidades estatais e democracia: arranjos institucionais de políticas públicas. **Ipea**, Brasília, [2014]. ISBN 978-85-7811-199-1 Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13999> Acesso em: 22 dez. 2019.

GOMIDE, Alexandre; PIRES, Roberto Rocha C. **Arranjo de Implementação de política pública**. BAPI. 2021. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10635/1/bapi_29_Arranjos.pdf . Acesso em: 18 set. 2023.

GONÇALVES, R.J.A.F; MILANEZ, B. Extrativismo mineral, conflitos e resistências no sul global. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, ISSN 2238-3565 v. 8, n. 2, p. 06-33, 2019. Dossiê: Extrativismo mineral, conflitos e resistências no Sul Global.

GONÇALVES, Reinaldo; FILGUEIRAS, Luiz; CARCANHOLO, Marcelo Dias; PINTO, Eduardo. **Vulnerabilidade externa estrutural da América Latina**. Texto originalmente preparado para a reunião do Grupo de Trabalho CLACSO Setores Dominantes na América Latina, 2008, 1-21. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Pinto-11/publication/228423016>. Acesso em: 18 jul. 2023.

GOODMAN, L.A., Kruskal, W.H. Measures of association for cross classifications". Part I. **Journal of the American Statistical Association**, 49, 732–764, 1954. <https://doi.org/10.1080/01621459.1954.10501231> Disponível em: <https://scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3332762>. Acesso em: 28 jun. 2023.

GUDYNAS, E. Extrativismos. Ecologia, economia e política para entender o desenvolvimento e Natureza. **CEDIB** – Cochabamba, Bolívia. 2015. Disponível em: <http://gudynas.com/wp-content/uploads/GudynasExtractivismosEcologiaPoliticaBo15Anuncio.pdf> Acesso em: 15 jun. 2020.

HALPERN, Charlotte; LASCOUMES, Pierre ; LE GALES, Patrick. As abordagens a partir dos instrumentos da ação pública. In: OLIVEIRA, Osmany Porto, HASSENTEUFEL, Patrick. (Org.). **Sociologia política da ação pública**: teorias, abordagens e conceitos. Trad. Enap, Brasília: Enap, 2021.

HENDERSON, Jeffrey; DICKEN, Peter; HESS, Martin; COE, Neil; YEUNG, Henry Wai-Chung. Redes de produção globais e a análise do desenvolvimento econômico. **Revista Pós Ciências Sociais**. UFMA. v. 8, n. 15, jan/jun. 2011, p. 143-170.

HERKNER, Elisa Marly Heringer. Responsabilidade Social Corporativa: o caso da Samarco S/A em Anchieta, 2022. **Anais [...]** Seminário de Ciências Sociais PGCS-UFES - Vol. 4. Publicado em: 13/02/2019. Vitória, Universidade Federal do Espírito Santo, 2022.

ICOLD. *International Commission on Large Dams*. Comissão Internacional sobre grandes Barragens. **História**. Disponível em: <https://www.icold-cigb.org/GB/icold/history.asp>. Acesso em: 30 jul. 2024.

IANONI, Marcos. Estado e concentração de capital no nacional-desenvolvimentismo. **Desenvolvimento em Debate**, 113. v. 7, n. 1, p.113-131, 2010. Disponível em: http://inctpped.ie.ufrj.br/desenvolvimentoemdebate/pdf/dd_v_7_n_1_Marcus_la_noni.pdf. Acesso em: 25 jan. 2022.

JANSEN, Roberta Giane; VIEIRA, Rafaela; HENKES, Jairo Afonso. Governança da gestão de risco de desastres: método de análise com base na reflexão teórico-conceitual. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 484–510, 2020. DOI: [10.19177/rgsa.v9e42020484-510](https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e42020484-510). Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7644.. Acesso em: 13 mar. 2023.

JOHNSON, Chalmers. **The developmental state**: odyssey of a concept. In: WOO-CUMINGS, Meredith (Ed.). *The developmental state*. London: Cornell University Press, 1999. p. 32-60.

JESUS, Michele Bispo de. **Aspectos de gestão frente à política nacional de Segurança de Barragens**. 2021. 243f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-07102021-161152/publico/MicheleBispodeJesusCorr21.pdf> Acesso em: 28 out. 2023.

JUGLAR, Clément. Des crises commerciales et de leur retour périodique. Nouvelle édition [en ligne]. Lyon: ENS Éditions, 2014 (généré le 21 février 2014). ISBN: 9782847885774. Disponível em: <https://rhuthmos.eu/IMG/pdf/-40.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.

KALTENBRUNNER, Annina; PAINCEIRA, Juan Pablo. Developing countries changing nature of financial integration and new forms of external vulnerability: the Brazilian experience. **Cambridge Journal of Economics**, p. 1-26, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/cje/article-abstract/39/5/1281/1686544?login=false>.

Acesso em: 28 abr. 2023.

LAGO, Luiz Aranha Corrêa do. A retomada do crescimento e as distorções do “milagre”:1967-1973. In: ABREU, Marcelo de Paiva (Org.). 5. ed. **A ordem do progresso: cem anos de política econômica republicana, 1889-1989**. Rio de Janeiro: Campus, 1992, p. 233-294

LAVELL THOMAS, A.; FRANCO, E. **Estado, Sociedad y Gestión de los Desastres en América Latina**. En busca del paradigma perdido. Lima, Perú. La Red-FLACSO-IT Perú. Lahmann, 1996.

LASCOUMES, Pierre; LE GALÈS, Patrick. Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments. From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation. **Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions**, Vol. 20, n. 1, January 2007, p. 1–21. DOI:

<https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2007.00342.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1468-0491.2007.00342.x>. Acesso em: 14 dez. 2023.

LASCOUMES, Pierre; LE GALÈS, Patrick. A Ação Pública abordada pelos seus Instrumentos. **Revista Pós Ciências Sociais**, v. 9, n. 18, jul/dez, 2012. Disponível em: <https://sciencespo.hal.science/hal-02100043>. Acesso em 14 dez. 2023.

LEOPOLDI, Maria Antonieta P. **Política e Interesses na industrialização brasileira: as associações industriais, a política econômica e o Estado**. São Paulo: Paz e Terra. 2000, 351p.

LIMA, Sérgio Henrique de Oliveira; OLIVEIRA, Francisco Durval; COELHO, Antonio Carlos Dias. **Regulação e Regulamentação na Perspectiva da Contabilidade**. 2014. Trabalho apresentado no XIV Congresso USP de Controladoria e Contabilidade. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://congressousp.fipecafi.org/anais/artigos142014/156.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LIMA, Maria Célia da Silva; ROWE, Diva Ester Okazaki; MOURÃO, Luciana; OLIVEIRA, Abdinardo Moreira Barreto. Ações de treinamento em uma universidade pública, desenvolvimento profissional e cidadania organizacional: existe relação entre esses construtos? **Revista Organizações & Sociedade**, 2020, v. 27 n. 92, p. 152-170. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistaoes/article/view/23338>. Acesso em: 16 dez. 2023.

LOPES, Raphaela de Araujo Lima (Justiça Global). Caso do desastre socioambiental da Samarco: Os desafios para a responsabilização de empresas por violações de direitos humanos. Milanez, 2016. In: LOSEKANN, Cristiana; MILANEZ, Bruno (org).

Desastre no Vale do Rio Doce: Antecedentes, impactos e ações sobre a destruição. Rio de Janeiro: Folio Digital, Letra e Imagem, 2016.

LUHMANN, N. O conceito de sociedade. *In*: NEVES, C. B.; SAMIOS, E. M. B. (Org.). **Niklas Luhmann: a nova teoria dos sistemas**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1997.

MANN, Michael. Poder de infraestrutura revisitado. ***Studies in Comparative International Development***, Los Angeles, 2008, v. 43, p. 355-365, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12116-008-9027-7> Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12116-008-9027-7#citeas> Acesso em: 18 mar. 2020.

MOULIER-BOUTANG, Y. **Le capitalisme cognitif: la nouvelle grande transformation**. Paris: Éditions Amsterdam, 2007.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D.J. As Dimensões da vulnerabilidade. São Paulo em **Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan/mar. 2006.

MARCHEZINI, Victor. Redução de vulnerabilidade a desastres: dimensões políticas, científicas e socioeconômicas. **Waterlat-gobacit networkworking papers**. n. 2., 2015, p. 82-102.

MARCHEZINI, Victor. As ciências sociais nos desastres: um campo de pesquisa em construção. **BIB**, São Paulo, n. 83, v.1, p. 43-72, 2017 [2018]. Disponível em: <https://anpocs.com/index.php/bib-pt/bib-83/11095-as-ciencias-sociais-nosdesastres-um-campo-de-pesquisa-em-construcao/file>. Acesso em: 22 nov. 2019.

MARRE, Katharina. *Components of risk: A comparative glossary*. *In*: BIRKMANN, Jörn. **Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies (second edition)**. New York: United Nations University, 2013. Disponível em: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:2880/n9789280812022_text.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

MARX, K. **O Capital - Livro I** – crítica da economia política: O processo de produção do capital. Tradução Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2013.

MATTEDI, M. Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais. **Tempo Social**, revista de sociologia da USP, v. 29, n. 3. 2017. DOI: 10.11606/0103-2070.ts.2017.111685. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ts/v29n3/1809-4554-ts-29-03-0261.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

MILANEZ, B. *Boom ou bolha? A influência do mercado financeiro sobre o preço do minério de ferro no período 2000-2016*. **Versos – Textos para Discussão PoEMAS**, Juiz de Fora, vol. 1, n. s 2, p. 1-18. 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/poemas/versos/edicoes/>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MILANEZ, B. SANTOS, Bruno Salles Pereira; MAGNO, Lucas; WANDERLEY, Luiz Jardim. A Estratégia Corporativa da Vale S.A.: um modelo analítico para Redes Globais Extrativas. **Versos – Textos para Discussão PoEMAS**, Juiz de Fora, n. 2 v.

2, p.1-43, 2018. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/poemas/versos/edicoes/>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (Orgs.) **Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. 1. ed. Rio de Janeiro: Folio Digital; Letra e Imagem, 2016.

MILANEZ, Bruno; PINTO, Raquel Giffoni. Considerações sobre o Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta firmado entre Governo Federal, Governo do Estado de Minas Gerais, Governo do Estado do Espírito Santo, Samarco Mineração S.A., Vale S. A. e BHP Billiton Brasil LTDA. **Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade PoEMAS**, 2016. 11p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301219622_Consideracoes_sobre_o_Termo_de_Transacao_e_de_Ajustamento_de_Conduta_firmado_entre_Governo_Federal_Governo_do_Estado_de_Minhas_Gerais_Governo_do_Estado_do_Espirito_Santo_Samarco_Mineraacao_SA_Vale_S_A_e. Acesso em: 22 mar. 2022.

NAHAS, Mariana; DOMINGUES, Edson; MAGALHÃES. Novo marco regulatório e a crise da mineração. *In: 19º Seminário de Diamantina. Minas Gerais e o Brasil pós-pandemia: 40 anos do Seminário de Diamantina*, 2022. Diamantina, **Anais [...]**. Diamantina, 2022. Disponível em:

NEVES, L. Paniago. **Legislação federal brasileira em segurança de barragem comentada**. *E-book*, Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/e-book-livre-disponibilizado-seguran%C3%A7a-de-barragens-paniago-neves/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

NOGUEIRA, Marco Aurélio. **As possibilidades da política: Ideias para a reforma democrática do Estado**. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

NUNES, Edson Oliveira. **A gramática política do Brasil: Clientelismo e Insulamento burocrático**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

O'DONNELL, Guillermo. Transições, continuidades e alguns paradoxos. *In: REIS, Fábio W.; O'DONNELL, G. (Org.). A democracia no Brasil: dilemas e perspectivas*. São Paulo: Vértice, 1988, p. 41-71.

O'DONNELL, Guillermo. Hiatos, instituições e perspectivas democráticas. *In: REIS, Fábio W. e O'DONNELL, G. (Org.). A democracia no Brasil: dilemas e perspectivas*. São Paulo: Vértice, 1988, p. 72-90.

OLIVEIRA. José Bernardo Vasconcelos de. **Manual de operação de barragens de contenção de rejeitos como requisito essencial ao gerenciamento de rejeitos e à segurança de barragens**. 2010. 149f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2330/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Manualopera%C3%A7%C3%A3oBarragens.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

PACCOLA, Marco Antonio Bestetti, ALVES Giovanni Antonio Pinto. Neodesenvolvimentismo, neoliberalismo e a correlação de forças nos governos Lula e Dilma. **PLURAL**, Revista do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da USP, São Paulo, n. 25 v. 2, 2018, p. 269-281.

PAPATHOMA-KÖHLE, M. and Thaler, T. ***Institutional vulnerability: Vulnerability and Resilience to Natural Hazards***. Ed. S. Fuchs and T. Thaler. Cambridge: Cambridge University Press, 2018, p. 98–123.

PAPATHOMA-KÖHLE, M.; THALER, Thomas; FUCHS, Sven. *An institutional approach to vulnerability: evidence from natural hazard management in Europe*. **Environmental Research Letters**. v. 16., 2021, 10.1088/1748-9326/abe88c. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349518251_An_institutional_approach_to_vulnerability_evidence_from_natural_hazard_management_in_Europe. Acesso em: 20 jan. 2024.

PAULA, Ana Paula Paes de. **Por uma nova gestão Pública**: limites e potencialidades da experiência contemporânea. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005, 204 p.

PAULANI, Leda. A questão da estabilização nos anos 80: um enfoque institucional. In: SOLA, L.; PAULANI, L. (Org.). **Lições da Década de 80**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Genebra: UNRISD, 1995. p. 93-104.

PERRY, Ronald W.; QUARANTELLI, E. L. (Editors). **What is a Disaster?** New Answers to Old Questions. International Research Committee on Disasters. United States of America. 2005. 442 p.

PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães *et al.* **Mar de lama da Samarco na bacia do rio Doce: em busca de respostas**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy; 2019. Disponível em: <https://site.medicina.ufmg.br/osat/wpcontent/uploads/sites/72/2019/03/Mar-de-Lama-da-Samarco-na-Bacia-do-Rio-Doce-Em-Busca-de-Respostas-26-03-2019.pdf?fbclid=IwAR3b19aeJH55HszlDoTDiG5Tq1zEr1J4mges8CLHx6s0NV2F5Cd57RUq8GA>. Acesso em: 07 jul. 2019.

PINTO, Raquel Giffoni. **Conflitos ambientais, corporações e as políticas do risco**. Rio de Janeiro, RJ: Garamond, 2019.

PONTES, Fernando de Oliveira; MAZZUCA, Silvia Leticia Ferreira. O Estado regulador: a busca brasileira de eficiência estatal. **Conteúdo Jurídico**, publicado em: 04/04/2014. Disponível em: Conteúdo Jurídico: O Estado regulador e algumas de suas características (conteudojuridico.com.br). Acesso em: 06 jun. 2024

PORTO, M.; FIRPO, S. Complexidade, processos de vulnerabilização e justiça ambiental: um ensaio de epistemologia política. **Ciência Crítica de Ciências Sociais**, Universidade de Coimbra, Pt, n. 93, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4000/rccs.133> Disponível em: <https://journals.openedition.org/rccs/133?gathStatIcon=true&lang=en> Acesso em: 15 set. 2021.

QUARANTELLI, Enrico Louis. Uma agenda de pesquisa do século 21 em ciências sociais para os desastres: questões teóricas, metodológicas e empíricas, e suas implementações no campo profissional. Tradução: Raquel Brigatte. **O Social em Questão**, Ano XVIII - nº 33, 2015, p. 25-56. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_33_0_Quarantelli.pdf Acesso em: 03 dez. 2019.

RAMIRO, P. Resistências, regulações e alternativas: das estratégias empresariais a propostas de transição. Lan Harremanak. **Revista de Relações Trabalhistas**. 176-192. 201510.1387/lan-harremanak.16104. Disponível em: <http://omal.info/spip.php?article7883>. Acesso em: 20 jun. 2020.

REZENDE, F. C. **Por que falham as reformas administrativas?** Rio de Janeiro: FGV, 2004.

RODRIGUES, Alberto Tosi. **A Democracia que nos coube**: mobilização social e regime político no Brasil (1989-1994). 1997. 376 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Sociais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Delineamento da produção científica sobre desastres no Brasil no início deste século. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 34, p. 61-73, ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v34i0.38992>. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002874210>. Acesso em: 28 mar. 2023.

ROJAS, Claudia Marcela Orduz. **O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão e a ascensão do capitalismo de desastre no Brasil**. 2020, 345f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/34445>. Acesso em: 03 ago. 2024.

SALLUM JÚNIOR, B. Transição política e crise do Estado. *In*: SOLA, L.; PAULANI, L. (Org.). **Lições da Década de 80**. São Paulo: EDUSP; Genebra: UNRISD, 1995, p.137-172.

SALLUM JÚNIOR, B. **Labirintos**: dos generais à nova República. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTIAGO, Ariadne de Oliveira. **Capacidades burocráticas na prática**: um olhar através das lentes dos analistas do licenciamento ambiental federal. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Políticas). Instituto de Ciência Política, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/24566/1/2017_AriadneOliveiraSantiago.pdf. Acesso em: 17 out. 2022.

SANTOS, Milton. **Técnica Espaço Tempo**: Globalização e meio técnico-científico informacional, 1994, [pdf]. Disponível em: <http://geocrocetti.com/msantos/tecnica.pdf> Acesso em: 01 fev. 2022.

SANTOS, Milton. **Por uma nova Geografia**: Da crítica da Geografia a uma Geografia crítica. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. (Coleção Milton Santos – 2), [e-book]. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7888155/course/section/6531693/SANTOS%2C%20Milton.%20Por%20uma%20geografia%20nova.%20S%C3%A3o%20Paulo%2C%20Edusp.pdf> Acesso em: 01 fev. 2022.

SANTOS, Rodrigo Salles Pereira dos. REDES DE PRODUÇÃO GLOBAIS (RPGs): contribuições conceituais para a pesquisa em ciências sociais. **REPOCS - Revista Pós Ciências Sociais**, v. 8, n. 15, 2011. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rpcsoc/article/view/589>. Acesso em: 27 out. 2022.

SANTOS, R. S. P; MILANEZ, B. Neoextrativismo No Brasil? Uma Análise Da Proposta Do Novo Marco Legal Da Mineração. **POEMAS**, 2013. Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2013-Neoextrativismo-no-Brasil.pdf> Acesso em: 25 set. 2021.

SANTOS, Rodrigo Salles Pereira, MILANEZ, Bruno. Estratégias corporativas no setor extrativo: uma agenda de pesquisa para as ciências sociais. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**. Vitória, v.5, n.1, dezembro, 2017.

SANTOS, R; MILANEZ, B. Poder Corporativo e Ação Econômica: reflexões a partir da mineração de ferro. **Revista de Ciências Sociais**, n°. 48, jan/jun., 2018, p. 95-113. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/poemas/wp-content/uploads/sites/513/2014/07/Santos-Milanez-2018-Poder-corporativo-e-a%C3%A7%C3%A3o-econ%C3%B4mica.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2022.

SANTOS, R. S. P.; WANDERLEY, L. J. Dependência de barragem, alternativas tecnológicas e a inação do Estado: repercussões sobre o monitoramento de barragens e o licenciamento do fundão capítulo, p. 87-139. In: ZONTA, M.; TROCATE, C. (ORG.). **A questão mineral no Brasil vol. 2. Antes fosse mais leve a carga**: Reflexões sobre o desastre da Samarco/ Vale / BHP Billiton. Editorial Iguana, outubro de 2016. Disponível em: <https://www.ufjf.br/poemas/files/2016/11/Livro-Completo-com-capa.pdf>. Acesso em: 16 maio 2020.

SCHNEIDER, Ben R. Privatização no governo Collor: triunfo do liberalismo ou colapso do Estado desenvolvimentista? **Revista de Economia Política**, 45, v. 12, n.1, jan/mar, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31571992-0612>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/Ht4FCdXQtKmbGKSm9LS8JnC/?lang=pt#:~:text=A%20campanha%20de%20Collor%20popularizou,foi%20esse%20o%20caso%2C%20por%C3%A9m>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SERRA, Cristina. **Tragédia em Mariana**: a história do maior desastre ambiental do Brasil. Porto Alegre. RS: Livraria Taverna. 1. ed., 2018.

SCLIAR, Wremyr. Controle externo brasileiro Poder Legislativo e Tribunal de Contas. **Revista de Informação Legislativa**. Brasília, DF, v. 46, n. 181 jan/mar, 2009, p. 249-275. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/194906>.

SILVA, Jacqueline Maria Cavalcante da. **Barragens de rejeitos de mineração: governança dos riscos para prevenção de danos socioambientais**. 2021. Tese (Doutorado em Direito). Programa de Doutorado em Direito do Centro Universitário de Brasília. Centro Universitário de Brasília – CEUB.

SILVEIRA, T. M. Desastre em mineração: expressão da Sociedade de Risco? **Revista Pensar Acadêmico**, v. 18, n. 2, 2020, p. 426-446. ISSN on-line 2674-7499.

SILVEIRA, T. M.; ZORZAL E SILVA, M. Risco de desastre em mineração: reflexões sobre o caso Samarco. *In*: BUSSINGUER, E. C. A.; ZORZAL E SILVA, M.; PEREIRA, A. R. V. V. (Org.) **Danos socioambientais no Brasil: riscos e alternativas**. Vitória: **FDV Publicações**, 2020, p. 223-272. ISBN (e-book) 978-65-88555-08-8. Disponível em: <http://repositorio.fdv.br:8080/bitstream/fdv/942/1/Livro%20Danos%20socioambientais%20no%20Brasil%20-%20vers%C3%A3o%20final%20E-book.pdf> Acesso em: 14 maio 2021.

SILVEIRA, Tânia Maria. **Capacidade Estatal e Desastre Tecnológico em Mineração**. 8º Encontro Internacional de Política Social 15º Encontro Nacional de Política Social. v. 1 n. 1, 2020: "Questão social, violência e segurança pública: desafios e perspectivas. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/einps/article/view/33244>. Acesso em: 15 out. 2021.

SILVEIRA, Tânia Maria. Contribuições do “Marco de Sendai” para a mineração no Brasil. **Pensar Acadêmico**, Manhauçu, v. 19, n. 3, p. 900-928, setembro-dezembro, 2021. Disponível em: <https://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/2731/2085>. Acesso em: 20 set. 2022.

SKOCPOL, T. **Trazendo o estado de volta**: estratégias de análise nas pesquisas atuais. *In*: GROMPONE, Romeo (editor), ADRIANZÉN, Alberto; Cotler, Julio; LÓPEZ, Sinesio (Compiladores). *Instituciones políticas y sociedad. Lecturas introductorias*. IEP. Lima, 1995. p. 92-129. [*“Bringing the State back in strategies of analysis in current research”*, introducción a B Evans, D. Rueschemeyer y T. Skocpol (comps.), *Bringing the State Back in*, Cambridge University Press, 1985, p.3-43] Traducción de Fabián Chueca.

SOLA, Lourdes. O Golpe de 37 e o Estado Novo. *In*: MOTA, Carlos G. (Org.). **Brasil em perspectiva**. 14. ed. São Paulo: Difel, 1984, p. 256-282.

SOLA, Lourdes (Org.). **Estado, Mercado e Democracia**: política e economia comparadas, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1993a.

SOLA, Lourdes. Estado, Transformação Econômica e Democratização no Brasil. *In*: SOLA, Lourdes (Org.). **Estado, mercado e democracia**: política e economia comparadas. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993b.

SOLA, Lourdes; PAULANI, Leda. Porque não foi uma década perdida. *In*: SOLA; PAULANI (Org.). **Lições da década de 80**. São Paulo: EDUSP; Genebra: UNRISD, 1995, p. 9-25.

SOLA, Lourdes. Estado, regime fiscal e ordem monetária: Qual Estado. *In*: SOLA, L.; PAULANI, L. (Org.). **Lições da década de 80**. São Paulo: EDUSP; Genebra: UNRISD, 1995.

SOLA, Lourdes. **The political and ideological constraints to economic management in Brasil: 1945 -1963**. (Thesis of Doctor Philosophy), Oxford: University of Oxford, 1982.

SORIANO, Érico; VALENCIO, Norma. Riscos e incertezas e desastres associados a barragens: os riscos e incertezas associados à Itaipu Binacional. *In*: VALENCIO, Norma; SIENA, Mariana; MARCHEZINI, Victor; GONÇALVES, Juliano Costa (orgs.). **Sociologia dos desastres construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. Volume II. São Carlos: RiMa Editora, 2009. ISBN – 978-85-7656-165-1 [e-book]. Disponível em: <https://defesacivil.es.gov.br/Media/DefesaCivil/Publicacoes/Outros/Livro-Sociologia-Dos-Desastres.pdf> Acesso em: 03 jan. 2019.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

SUNKEL, Osvaldo. Globalização, neoliberalismo e a reforma do Estado. *In*: BRESSER-PEREIRA; WILHEIM; SOLA (Orgs.). **Sociedade e Estado em transformação**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília: ENAP, 1999, 453 p.

SUZIGAN, Wilson. Indústria Brasileira: perspectivas do crescimento acelerado. **Revista Brasileira de Economia Política**, [s/l] n. 7 v. 1. jan/mar. 1987. Disponível em: <https://centrodeeeconomiapolitica.org/repos/index.php/journal/article/view/1643>. Acesso em: out. 2022.

SUZIGAN, Wilson. Estado e industrialização no Brasil. **Revista Brasileira de Economia Política**. [s/l] n. 8 v. 4. 1988. Disponível em: <https://centrodeeeconomiapolitica.org/repos/index.php/journal/article/view/1110>. Acesso em: 05 out. 2022.

SUZIGAN, Wilson. Experiência Histórica da Política Industrial no Brasil. **Revista Brasileira de Economia Política**. [s/l] v. 16 n. 1. jan-mar/1996, p. 3-19. Disponível em: <https://centrodeeeconomiapolitica.org/repos/index.php/journal/article/view/1188>. Acesso em: out. 2022

SVAMPA, Maristella. **Las fronteras del neoextractivismo em América Latina**. 2018. *Printed by Majuskel Medienproduktion GmbH, Wetzlar* Print-ISBN 978-3-8376-4526-2 PDF-ISBN 978-3-8394-4526-6. Disponível em: <https://doi.org/10.14361/9783839445266>.

TIRYAKI, Gisele Ferreira; TEIXEIRA, Diego Nunes; ARAÚJO, Vinícius Ferreira. Vulnerabilidade externa e os ciclos econômicos no Brasil pós-Plano Real. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 25, n. 1, 2021, p. 115-156. DOI: 10.11606/1980-5330/ea173917. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ecoa/article/view/173917>. Acesso em: 18 abr. 2023.

TROCATE, Charles; COELHO, Tádzio. **Quanto vier o silêncio: o problema minerário brasileiro**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2020. Disponível em:

https://rosalux.org.br/wp-content/uploads/2020/12/quando_vier_silencio.pdf. Acesso em: 22 jan. 2024.

VALENCIO, Norma; SIENA, Mariana; MARCHEZINI, Victor; COSTA, Juliano Gonçalves (org.). **Sociologia dos desastres construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. Volume II. São Carlos: RiMa Editora, 2009. ISBN – 978-85-7656-165-1 E-book. Disponível em: http://www.crpsp.org.br/portal/comunicacao/diversos/mini_cd_oficinas/pdfs/Livro_Sociologia-Dos-Desastres.pdf. Acesso em 03 jan. 2019.

VALÊNCIO, Norma. Elementos constitutivos de um desastre catastrófico: os problemas científicos por trás dos contextos críticos. *Ciência. Culto.* [on-line]. 2016, vol.68, n.3, pp.41-45. ISSN 2317-6660. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300013>.

VASCONCELLOS, Sílvio Luís; VILASBOAS CALIXTO, Cyntia; LAPUENTE, Ivan Garrido, SOUZA, Yeda Swirski de. A dependência de trajetória em negócios internacionais. **Base Revista de Administração e Contabilidade da UNISINOS** [online]. São Leopoldo, RS, n. 9 v. 3, p. 306-315, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337228651008>. Acesso em: 05 jan. 2021.

VELASCO e CRUZ, Sebastião C. **Política empresarial em tempos de crise: notas teóricas e reflexões sobre o Brasil nos anos 90**. Primeira Versão, IFCH/UNICAMP, Campinas, n. 48, 1992. 30p.

VELASCO e CRUZ, Sebastião C. **A produção do consenso: discurso econômico e conflitos políticos na transição brasileira**. XVIII Encontro anual da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em ciências sociais, 1994, Caxambu-MG (mimeo).

VELASCO E CRUZ, Sebastião C. **Estado e economia em tempo de crise: política industrial e transição política no Brasil nos anos 80**. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Campinas, São Paulo: Editora da UNICAMP, 1997.

WADE, Robert. **Governing the market: economic theory and the role of government in East Asian industrialization**. New Jersey: Princeton University Press, 1990.

WANDERLEY, Luiz Jardim; MANSUR, Maíra Sertã; MILANEZ, Bruno; PINTO, Raquel Giffoni. Desastre da Samarco/Vale/BHP no vale do rio doce: aspectos econômicos, políticos e socioambientais. **Ciência e Cultura**. v. 68, n.3. p. 30-3. 2016. Disponível em: <http://www.ufjf.br/poemas/>

WANDERLEY, L. J. Do boom ao pós-boom das commodities: o comportamento do setor mineral no Brasil. Versos - **Textos para Discussão PoEMAS**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2017.

WERNECK, G. Samarco contratou plano de emergência contra desastre, mas nunca pôs em prática. **Jornal Estado de Minas Gerais** [2015]. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/24/interna_gerais,710870/samarco-contratou-plano-de-emergencia-para-desastre-mas-nunca-pos-em.shtml. Acesso em 22 out. 2021.

WILHEIM, Jorge. Por que reformar as instituições? *In*: BRESSER-PEREIRA; WILHEIM; SOLA (Orgs.) **Sociedade e Estado em transformação**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília: ENAP, 1999, 453 p.

WOO-CUMINGS, Meredith (Ed.). **The developmental State**. London: Cornell University, Press, 1999.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

ZONTA, M.; TROCATE, C. (Orgs.). **Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco / Vale / BHP Billiton**. Marabá: Editorial Iguana, 2016.

ZORZAL, Marta. **A Vale do Rio Doce na estratégia do desenvolvimentismo brasileiro**. Editora da Universidade Federal do Espírito Santo, 2004.

ZORZAL, Marta. Neoextrativismo e catástrofes socioambientais em Minas Gerais: desdobramentos político-institucionais para reparação no caso da barragem de Fundão das mineradoras Samarco / Vale / BHP Billiton. *In*: Danos socioambientais no Brasil: riscos e alternativas (Org.). Elda Coelho de Azevedo Bussinguer; Marta Zorzal e Silva; André Ricardo Valle Vasco Pereira, Vitória: FDV Publicações, 2020, p. 223-271.

ZHOURI, Andréa; VALENCIO, Norma; OLIVEIRA, Raquel; ZUCARELLI, Marcos; LASCHEFSKI, Klemens; SANTOS, Ana Flávia. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. *Ciência e Cultura [On-line]* vol.68 n. 3, São Paulo July/Sept. 2016. ISSN 2317-6660. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300012>. Disponível em: [A DEPENDÊNCIA DE TRAJETÓRIA EM NEGÓCIOS INTERNACIONAIS \(redalyc.org\)](http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300012). Acesso em: 30 jul. 2020.

Legislação, Documentos e Normativas

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Definições importantes sobre Segurança de Barragens**. SNISB, Brasília, DF, s/d. Disponível em: https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/outros/definicoes-importantes-sobre-seguranca-de-barragem.pdf Acesso em 25 nov. 2023.

BRASIL. BANCO CENTRAL DO BRASIL. **BCB, publicações**, Brasília, DF, s/d. Disponível em <https://www.bcb.gov.br/htms/firce/conceitos.asp?frame=1> Acesso em 20 ago. 2023.

BRASIL. **Decreto nº. 24.642 de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Minas. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República [1934-revogado]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d24642.htm. Acesso em: 23 jan. 2022.

BRASIL. **Decreto nº. 24.643 de 10 de julho de 1934.** Decreta o Código de Minas. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República [1934]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm. Acesso em: 23 jan. 1934.

BRASIL. **Decreto-Lei nº. 1.985, de 29 de janeiro de 1940.** Código de Minas. [1940]. Presidência da República, Brasília-DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del1985.htm#:~:text=DISPOSI%C3%87%C3%95ES%20PRELIMINARES-,Art.,que%20utilizam%20mat%C3%A9ria%20prima%20mineral. Acesso em: 19 mar. 2020.

BRASIL. **Decreto-Lei nº. 227 de 28 de fevereiro de 1967.** Dá nova redação ao Decreto-Lei nº. 1.985, de janeiro de 1940. Brasília, DF, Presidência da República, [1967]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.404 de 15 de dezembro de 1976.** Dispõe sobre as Sociedades por Ações. Brasília, DF: Presidência da República, [1976]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6404consol.htm. Acesso em 20 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1981]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRASIL. **Decreto nº. 88.351, de 1º de junho de 1983.** Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. (Revogado pelo Decreto nº 99.274, de 1990 e pelo Decreto nº 99.604, de 1990). Brasília, DF, Presidência da República, [1983]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d88351.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2088.351%2C%20DE%201%C2%BA%20DE%20JUNHO%20DE%201983.&text=Regulamenta%20a%20Lei%20n%C2%BA%206.938,Ambiental%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias. Acesso em: 21 fev. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidente da República, [1988]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.805 de 18 de julho de 1989.** Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1989]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%207.805%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%201989.&text=Altera%20o%20

[Decreto%2DLei%20n%C2%BA,matr%C3%ADcula%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias](#). Acesso em: 20 fev. 2021.

BRASIL. **Decreto nº. 99.274 de 06 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. [1990]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d99274.htm#:~:text=DECRETO%20No%2099.274%2C%20DE%206%20DE%20JUNHO%20DE%201990.&text=Regulamenta%20a%20Lei%20n%C2%BA%206.902,Ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.

BRASIL. **Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994**. Autoriza o Poder Executivo a instituir como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e dá outras providências. Revogado pela Medida Provisória nº 791, de 2017 e, posteriormente: Revogada pela Lei nº 13.575, de 2017. Brasília, DF: Presidência da República, [1994]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8876.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%208.876%2C%20DE%202%20DE%20MAIO%20DE%201994.&text=Autoriza%20o%20Poder%20Executivo%20a,%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 22 maio 2020.

BRASIL. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Privatização na Vale do Rio Doce**: O Estado no lugar certo. Brasília, DF: BNDES - Centro de Pesquisas e dados, 1997. Disponível em: [Privatizacao da Vale do Rio Doce_o estado no lugar certo_P_BD.PDF \(bndes.gov.br\)](#) Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. **Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado - PDRAE**. Brasília: Presidência da República, Câmara da Reforma do Estado, Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, [1995]. Disponível em: <http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/publicacoes-oficiais/catalogo/fhc/plano-diretor-da-reforma-do-aparelho-do-estado-1995.pdf>. Acesso em: 18 ab. 2020.

BRASIL. Organizações Sociais. Cadernos MARE – Reforma do Estado. Caderno 2. Brasília, DF: Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado. [1998]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/arquivos/contratos-de-gestao-organizacoes-sociais/pdf/cadernos-mare-2.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2019.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Decisão do STF, RE 140.254-AgR/São Paulo**. Direito de propriedade – proteção constitucional – Instituição de servidão de passagem de linhas de jazidas minerais existentes no imóvel afetado pela servidão de passagem – ressarcibilidade dos direitos inerentes à concessão de lavra – a questão constitucional da propriedade do solo e da propriedade mineral – Recurso improvido. Serviço de Jurisprudência. Relator: Min. Celso de Mello, 05 de dezembro de 1995. Disponível em: <https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=326732> Acesso em: 14 ago. 2023.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Altera a Resolução no 1/86 (revoga os art. 3º e 7º). Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, CONAMA, [1997]. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237 . Acesso em: 22 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2009]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. **Portaria nº 237 de 18 de outubro de 2001**. Determina as Normas Reguladoras de Mineração – NRM. Recife, PE, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROCUÇÃO MINERAL – DNPM, [2001]. Disponível em: https://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Port_237_01.htm. Acesso em: 20 abr. 2023.

BRASIL. **Portaria DNPM nº 12 de 22 de janeiro de 2002**. Altera dispositivos do ANEXO I da Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001, publicada no DOU de 19 de outubro de 2001. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PROCUÇÃO MINERAL – DNPM, [2002]. Disponível em: Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=184542> Acesso em 23 ago. 2023.

BRASIL. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM (Minas Gerais). **Deliberação Normativa nº 62, de 17 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre critérios de classificação de contenção de rejeitos, de resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Belo Horizonte, Diário do Executivo, [2002]. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/barragem/Normativa-COPAM-MG-62-2002.pdf> Acesso em: 19 jun. 2022.

BRASIL. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM (Minas Gerais). **Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005**. Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM Nº 62, de 17/12/2002, que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. MG, Belo Horizonte, SEMAD, [2005]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8251>. Acesso em: 20 ago. 2022.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 1.181/2003**. Estabelece diretrizes para verificação da segurança de barragens de cursos de água para quaisquer fins e para aterros de contenção de resíduos líquidos industriais. Brasília, DF, Câmara dos Deputados, Autor: Leonardo Monteiro (PT/MG). Apresentado em: 06/03/2006, [2006]. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=118248>. Acesso em: 26 jan. 2024.

BRASIL. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM. **Deliberação Normativa COPAM nº 124, de 09 de outubro de 2008**. MG, Belo Horizonte, SEMAD/COPAM, [2008]. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/barragem/Normativa-COPAM-MG-124-2008.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2023.

BRASIL. **Caderno de Licenciamento Ambiental**. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2009. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/educacao/livros/CADERNO%20DE%20LICENCIAMENTO%20AMBIENTAL%20MINISTERIO%20DO%20MEIO%20AMBIENTE.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. **Relatório de Segurança de Barragens 2011**. Brasília, DF, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA [2011]. ARAÚJO, L. M. N. de. (coord.). Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/anteriores/2011> . Acesso em: 28 dez. 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, [2011]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/plano-nacional-de-mineracao-2030-1/documentos/pnm-2030.doc/view>. Acesso em 21 jan. 2020.

BRASIL. **Setor Mineral rumo a um novo marco legal**. Centro de Documentação e Informação Edições Câmara Brasília, Câmara do Deputados, Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica, [2011]. Relator: Jaime Martins; Paulo César Ribeiro Lima (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho, Leonardo Costa Schüler, Roberto Carlos Martins Pontes. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2011. 276 p.(Série cadernos de altos estudos; n. 8). Disponível em: [setor-mineral-rumo-a-um-novo-marco-legal \(camara.leg.br\)](http://setor-mineral-rumo-a-um-novo-marco-legal.camara.leg.br) . ISBN 978-85-736-5858-3 *E-book*. Acesso em: 25 set. 2023.

BRASIL. **Portaria Nº 247 de 08 de abril de 2011**. Aprova o Regimento Interno do Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF, Ministério das Minas e Energia, [2011]. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/copy_of_legislacao/portarias-do-ministerio-de-minas-e-energia/portarias-do-ministro/portaria-no-247-de-08-04-2011-do-ministerio-de-minas-e-energia/view#:~:text=Aprova%20o%20Regimento%20Interno%20do%20Departamento%20Nacional%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20Mineral. Acesso em: 21 jan. 2020.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011.** Estabelece a periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares de barragem, conforme art. 9º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 [Revogada pela Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017]. Brasília, DF, ANA, [2011]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2011/742>. Acesso em: 19 dez. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.608, de 11 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF, Presidência da República, [2012]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 143 de 10 de julho de 2012.** Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Brasília, DF, Conselho Nacional de Recursos Hídricos, [2012]. Disponível em: https://www.snish.gov.br/Entenda_Mais/legislacao-aplicada/resolucao-cnrh-143-2012.pdf/view. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. **Portaria Nº 416, de 03 de setembro de 2012.** Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília, DF, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, [2012]. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7230. Acesso em: 18 jul. 2021.

BRASIL. **Resolução CNRH Nº. 143 de 10 julho de 2012.** Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, [2012]. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/ResolucaoCNRH%20143.pdf>. Acesso em: 12 de maio 2022.

BRASIL. **Portaria Nº 526, de 09 de dezembro de 2013.** Estabelece a periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM), conforme art. 8º, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), e art. 8º da Portaria nº 416, de 3 de setembro de 2012. Brasília, DF: Ministério das Minas e Energia, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, [2013]. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br>

[br/assuntos/arrecadacao/manuais/manual-de-parcelamentos-dos-creditos-do-dnmpm](https://portal.tcu.gov.br/assuntos/arrecadacao/manuais/manual-de-parcelamentos-dos-creditos-do-dnmpm). Acesso em: 20 ago. 2022.

BRASIL. Referencial para avaliação de governança em políticas públicas / Tribunal de Contas da União. – Brasília: **Tribunal de Contas da União** - TCU, 2014. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/referencial-para-avaliacao-de-governanca-em-politicas-publicas.htm>. Acesso em 23 set. 2023.

BRASIL. Referencial básico de governança aplicável a órgãos e entidades da administração pública. **Tribunal de Contas da União**. Versão 2 - Brasília: TCU, Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2014. 80 p. https://portal.tcu.gov.br/data/files/FA/B6/EA/85/1CD4671023455957E18818A8/Referencial_basico_governanca_2_edicao.PDF. Acesso em: 09 mar. 2023.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Laudo Técnico Preliminar**. Brasília, DF: Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO, [2015]. Disponível em http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf. Acesso em: 25 jul. 2020.

BRASIL. **Procedimento Investigatório Criminal (PIC)** - MPF nº 1.22.000.003490/2015-78. Ministério Público Federal, Brasília, DF [2015]. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/denuncia-samarco>. Acesso em: 04 ago. 2021.

BRASIL. **Portaria Normativa no 7/GAP/MD, de 13 de janeiro de 2016**. Aprova as Instruções para Emprego das Forças Armadas em Apoio à Defesa Civil - MD33-I-01 (1ª Edição/2015). Brasília, DF, Ministério da Defesa, [2015]. Disponível em https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md33a_la_01a_insta_empa_ffaaa_apoioa_defesaa_civila_1a_eda_2015.pdf Acesso em: 08 fev. 2021.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Informe 2015 – **ENCARTE**, [2016]. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/ConjunturadosRH2015-ENCARTE.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Plumas de Sedimentos** - Foz do Rio Doce - 07/03/16 e 09/03/16. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente. <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/pluma/2016-03-ibama-pluma.pdf> Acesso em: 18 jun. 2021.

BRASIL. Ministério do Interior. **Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016**. Brasília: Ministério da Integração Nacional. [2016] Brasília-DF. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24789597/do1-2016-12-22-instrucao-normativa-n-2-de-20-de-dezembro-de-2016--24789506. Acesso em 10 jan. 2020.

BRASIL. **Relatório Final da Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens** (CTPNSB). Brasília, DF, Senado Federal,

[2016]. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/comissoes/mnas?codcol=1994&tp=4>. Acesso em: 12 out. 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 02, de 20/12/2016**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, [2016]. Disponível em: https://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesacivil/arquivos_restritos/files/documento/201911/apresentacao_instrucao_normativa_no_02.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

BRASIL. **Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens**. Vol. VII. Superintendência de Regulação (SRE), Brasília, DF, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, [2016]. Disponível em: https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/volume-vii-diretrizes-para-a-elaboracao-do-plano-de-operacao-manutencao-e-instrumentacao-de-barragens. Acesso em: 14 de jan. 2020.

BRASIL. **Relatório de análise de acidente - rompimento da barragem de rejeitos Fundão em Mariana – MG**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência Social, SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO TRABALHO E EMPREGO EM MG SEÇÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO – SEGUR, [2016]. Disponível em: https://ftp.medicina.ufmg.br/osat/relatorios/2016/SAMARCOMINERACAORELATORIOROMPIMENTOBARRAGEM20160502_09_05_2016.pdf. Acesso em: 10 maio 2019.

BRASIL. Ação Penal Caso Samarco. IPL nº 1843/2015 SRPF/MG; Autos nº 38.65.2016.4.01.3822 (Busca e apreensão); Autos nº 3078-89.2015.4.01.3822 (Medida Cautelar); IPL Polícia Civil - MG 1271-34-2016.4.01.3822 MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. IPL Polícia Civil - MG 1250-24.2016.4.01.3822; Procedimento Investigatório Criminal (PIC) - MPF nº 1.22.000.003490/2015-78; Procedimento Investigatório Criminal (PIC) MPF nº 1.22.000.000003/2016-04. Belo Horizonte, MG: **Mistério Público Federal** [2016a]. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/denuncia-samarco>. Acesso em: 18 abr. 2023.

BRASIL. Auditoria operacional. Segurança das barragens de rejeitos de mineração. Acidente da barragem de Fundão. Atuação deficiente do DNPM. Limitações orçamentárias, financeiras e de recursos humanos. Impossibilidade de individualização de condutas. Determinação. Recomendações. Solicitação do congresso nacional integralmente atendida. Arquivamento. Brasília, DF: **Tribunal de Contas da União**, [2016]. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/tcu/823947040/inteiro-teor-823947059>. Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL. **Caso Samarco**. Decisão de recebimento da ação penal. Brasília, DF, Ministério Público Federal - MPF, [2016b]. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/decisao_recebimento_acao_penal.pdf/view. Acesso em: 04 abr. 2023.

BRASIL. **Noções Básicas em Proteção e Defesa Civil e em Gestão de Riscos**. Brasília, DF, Ministério da Integração Nacional (MI) Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) Departamento de Prevenção e Preparação, [2017]. Disponível

em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/publicacoes/paz/gestao-risco-livro-base.pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº. 13.575 de 26 de dezembro de 2017**. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Brasília, DF, Presidência da República, [2017]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm. Acesso em: 27 de fev. 2023.

BRASIL. **Livro Base**: Resposta: Gestão de Desastres, Decretação e Reconhecimento Federal e Gestão de Recursos Federais em Proteção e Defesa Civil. 1. Ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional, [2017]. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/II---Resposta---Livro-Base.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BRASIL. **Deliberação nº 58 de 31 março de 2017**. Elenca áreas estuarinas, costeiras e marinha impactadas como área de abrangência socioeconômica nos termos da Cláusula 1. VI e VIII, do TAC. Brasília, DF, IBAMA, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA, Comitê Interfederativo. https://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/deliberacoes/2017/cif-2017-03-31-deliberacao_58.PDF. Acesso em: 26 jun. 2019.

BRASIL. **Nota Técnica nº 03/2017 TAMAR-Vitória-ES/ICMBio**. Espírito Santo, Vitória, INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. PROJETO TAMAR – VITÓRIA, [2017]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/publicacoes?id=7862:documentos-rio-doce>. Acesso em: 26 jun. 2019.

BRASIL. **Portaria nº 188 de 3 de fevereiro de 2020**. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Brasília, DF, Ministério da Saúde – Gabinete do Ministro. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0188_04_02_2020.html#:~:text=Declara%20Emerg%C3%Aancia%20em%20Sa%C3%BAde%20P%C3%ABlica,Coronav%C3%ADrus%20\(2019%2DnCoV\)](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt0188_04_02_2020.html#:~:text=Declara%20Emerg%C3%Aancia%20em%20Sa%C3%BAde%20P%C3%ABlica,Coronav%C3%ADrus%20(2019%2DnCoV)). Acesso em: 18 jan. 2024.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020**. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14066.htm Acesso em: 23 ago. 2023.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Referencial básico de governança aplicável a organizações públicas e outros entes jurisdicionados ao TCU. **Tribunal de Contas da União**. Edição 3 - Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo da Administração do

Estado – Secex Administração, 2020. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/tcu-publica-a-3-edicao-do-referencial-basico-de-governanca-organizacional.htm>. Acesso em: 09 abr. 2023.

BRASIL. **REPORT MENSAL BARRAGENS DE MINERAÇÃO** - Janeiro/2024. Brasília, DF: AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM, Superintendência de Segurança de Barragens de Mineração pela Divisão de Monitoramento Remoto de Barragens de Mineração e com auxílio das Coordenações de Planejamento e Gestão de Segurança de Barragens de Mineração, [2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/boletim-de-barragens-de-mineracao/boletim-mensal-janeiro-2024>. Acesso em: 28 abr. 2024.

CAMPOS, A. R. de.; FONSECA, V. O. Aglomeração. CETEM – Centro de Tecnologia Mineral. **Tratamento de Minérios** 6. ed. Cap. 15. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2185/1/Tratamento%20de%20Min%C3%A9rios%20a%20edi%C3%A7%C3%A3o%20%28CAP.15.2%29.pdf> Acesso em: 23 dez. 2023.

CAPACITY. In: UNDRR Terminology, 2017. Disponível em: [Capacity \(preventionweb.net\)](https://www.preventionweb.net). Acesso em: 22 dez. 2023.

CARVALHO Pedro Sergio L. de; SILVA, Marcelo Machado da; ROCIO, Marco Aurélio Ramalho; MOSZKOWICZ, Jacques. Minério de Ferro. Insumos Básicos. **BNDDES Setorial** 39, 2014, p. 197-234. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4802/1/BS%2039%20min%C3%A9rio%20de%20ferro_P.pdf Acesso em: 20 out. 2021.

CEPED/UFSC. **Curso de Capacitação dos Gestores de Defesa Civil para uso do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD)**. 4. ed. Florianópolis: CAD UFSC, 2013. Disponível em: http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/01/Livro_DefesaCivil_4ed_Completo.pdf. Acesso em: 25 out. 2019.

CREA. **Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**. Santa Catarina, Florianópolis, CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina, s/d. Disponível em: <https://portal.crea-sc.org.br/profissional/art/ anotacao-de-responsabilidade-tecnica-art/>. Aceso em: 18 jan. 2023.

FUNDAÇÃO RENOVA. **Manejo de Rejeito**. Minas Gerais, Belo Horizonte, Fundação Renova, s/d. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/manejo-de-rejeito/>. Acesso em: 07 dez. 2018.

HAZARD. In: UNDRR Terminology, 2017. Disponível em: [Hazard Understanding Disaster Risk \(preventionweb.net\)](https://www.preventionweb.net). Acesso em: 10 maio. 2023.

HERKNER, Elisa Marly Heringer. Responsabilidade Social Corporativa: o caso da Samarco S/A em Anchieta, 2022. **Anais [...] Seminário de Ciências Sociais PGCS-UFES** - Vol. 4. Publicado em: 13/02/2019. Vitória, Universidade Federal do Espírito Santo. 2022

HOCHRAINER-STIGLERET Jana Sillmann Ingrid Christensen Stefan *et al.* **Briefing note on systemic risk: review and opportunities for research, policy and practice from the perspective of climate, environmental and disaster risk science and management.** Um Office for Disaster Risk Reduction, The Global Voice for Science, Knowledge Action Network, [2022] ISBN/ISSN/DOI: 10.24948/2022.01. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/briefing-note-systemic-risk>. Acesso em 07 mar. 2023.

INDEX MUNDI. Início - Preços das Mercadorias - Minério de ferro. **Index Mundi, Índice de Preços.** Disponível em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%E7os-de-mercado/?mercadoria=min%C3%A9rio-de-ferro&meses=180>. Acesso em: 20 jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração.** Instituto Brasileiro de Mineração; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2016. Disponível em: <https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Gestao-e-Manejo-de-Rejeitos-da-Mineracao-2016.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Economia Mineral Brasileira** - ano base 2019. Brasília, DF, IBRAM, [2019]. Disponível em: <https://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-Mineral-Brasileira-IBRAM-2020.pdf> Acesso em: 01 fev. 2022.

INSTITUTO PRISTINO. Laudo Técnico em resposta ao parecer único nº. 257/2013. **Instituto Prístino**, Belo Horizonte, 21/10/2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/danielrpd/91-laudotecnico-feito-em-2013-barragem-mariana-vale-samarco>. Acesso em: 18 fev. 2021.

LIMA, Paulo Cesar Ribeiro. Alterações no direito minerário brasileiro. **Câmara dos Deputados.** Brasília, DF, Biblioteca Digital, [2007]. Disponível em: https://bd.camara.leg.br/alteracoes_direito_lima. Acesso em: 22 ago. 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto-Lei nº 4.352, DE 1º de junho de 1942.** Encampa as Companhias Brasileiras de Mineração e Siderurgia S.A. e Itabira de Mineração S.A. e dá outras providências.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 18.466, de 29 de abril de 1977.** Institui a Comissão de Política Ambiental – COPAM – e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, Gabinete do Governador, Palácio da Liberdade. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/18466/1977/>. Acesso em: 29 fev. 2021.

MINAS GERAIS. **Resolução SEMAD nº 099 de 29 de janeiro de 2002.** Dispõe sobre o encaminhamento à Fundação Estadual do Meio Ambiente do Cadastro de Barragens de Rejeito, e Reservatório de água. Minas Gerais, BH, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. [2002]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/action/consultaPublicacoes.do>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. **Lei Delegada nº 62, de 29 de janeiro de 2003.** Dispõe sobre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e dá outras providências. Minas Gerais, BH, Governo do estado, [2003]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5301>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº. 15.056 de 31 de março de 2004.** Estabelece diretrizes para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, Assembleia Legislativa de Minas Gerais [2004]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=140745>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. (revogada em 08/12/2017). Minas Gerais, BH, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, [2004]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>. Acesso em: 18 mar. 2019.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 44.313, de 07 de junho de 2006.** Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, e dá outras providências. [Revogado]. Minas Gerais, Belo Horizonte, Gabinete do Governador, Palácio da Liberdade. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5633#:~:text=Decreto%20n%C2%BA%2044.313,07%20de%20junho%20de%202006.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20organiza%C3%A7%C3%A3o%20da,SEMAD%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs>. Acesso em: 22 out. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei Delegada nº 178, de 29 de janeiro de 2007.** Dispõe sobre a reorganização do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, Gabinete do Governador, Palácio da Liberdade. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=6615>. Acesso em: 22 out. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 113, de 30 de novembro de 2007.** Estabelece prazo para apresentação de declaração sobre a situação das barragens (revogada). Minas Gerais, BH, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável [2007]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7552>. Acesso em: 28 abr. 2020.

MINAS GERAIS. **Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019.** Institui a política estadual de segurança de barragens. [2019]. Minas Gerais, BH, Governo do estado. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23291/2019/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

MINAS GERAIS. **Institucional**. Minas Gerais, Belo Horizonte, Presidência da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, [2021 – última atualização]. Disponível em: <http://www.feam.br/instituicao> Acesso em: 11 ago. 2020.

MINAS GERAIS. **Licenciamento Ambiental** – Licença Prévia e de Instalação concomitantes. Belo Horizonte, MG, SEMAD, Superintendência Regional de Regularização Ambiental Central Metropolitana – SUPRAM CM. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/URCS_SupramCentral/RioVelhas/70/samarco-00015-1984-093-2012.pdf. Acesso em 10 nov. 2023.

MINAS GERAIS. **Portaria FEAM nº 699, de 07 de junho de 2023**. Formaliza os procedimentos do Programa de Gestão de Barragens da FEAM e dá outras providências. Minas Gerais, BH, Presidência da FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, [2023]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=57263>. Acesso em: 28 dez. 2023.

MORGENSTERN, Norbert R.; VICK, Steven G.; VIOTTI, Cássio B.; WATTS, Bryan D. **Relatório sobre as Causas Imediatas da Ruptura da Barragem de Fundão**. Fundação Renova, 2016. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2017/10/Relatorio-sobre-as-Causas-Imediatas-da-Ruptura-da-Barragem-de-Fundao.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

OECD. **Governança regulatória no setor de mineração no Brasil**. Paris, OECD *Better Policies for better lives*, publicado em: 02/02/2022, [2022]. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/df9252dc-pt>. Acesso em: 18 jan. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Glossário Da Estratégia Internacional Para Redução De Desastres**. Tradução: Elisa Francioli Ximenes Revisão: Carlos Machado de Freitas e Dulce Cerutti. Disponível em: https://moodle.unasus.gov.br/vitrine29/pluginfile.php/868/mod_folder/content/0/Glossario_EIRD_em_portugues.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 14 mar. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres**. Kobe, Hyogo (Japón), 18 a 22 de enero de 2005. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/publication/hyogo-framework-action-2005-2015-building-resilience-nations-and-communities-disasters>. Acesso em: 28 abr. 2020.

PROCIV. **Quadro de Ação de Sendai 2015-2030**. Boletim Bimestral da Autoridade Nacional de Proteção Civil, n. 84, maio/jun. 2015. ISSN1646-9542. http://www.prociv.pt/bk/newsletter/prociv84MAIO_JUNHO2015.pdf Acesso em: 14 abr. 2021.

RAMBOLL. **Relatório sobre o monitoramento mensal de dois programas socioeconômicos e socioambiental para restauração da bacia do rio Doce com os indicadores propostos**. Período de 16/03 a 15/04/2020. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/atuacao-do-mpf/opinions-and-reports>. Acesso em: 15 jul. 2020.

RAMBOLL. **Avaliação do programa de reparação integral da Bacia do Rio Doce.** Minas Gerais, 2017. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/para-o-cidadao/caso-mariana> Acesso em: 06 jul. 2019.

REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES. *In*: UNISDR, 2009. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminology_Spanish.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

SAMARCO. **Relatório Anual de Sustentabilidade.** Samarco, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2020/12/2012-Relatorio-Anual-de-Sustentabilidade.pdf>

SAMARCO. **Relatório da Administração e Demonstrações Financeiras.** Conselho de Administração. Samarco Mineração S. A. [2013]. Disponível em: <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2020/12/2013-Relatorio-da-Administra-o-e-Demonstra-es-Financeiras.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2023.

SAMARCO. **Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental – RADA:** Barragem de Fundão. Mariana, BH, Samarco Mineração S. A., [2013]. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/siam/lc/2013/0001519840952013/7086862013.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2019.

SAMARCO. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2013 – RAS.** Gerência Geral de Comunicação e Desenvolvimento Socioinstitucional. [2013]. Disponível em: <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2020/12/2013-Relatorio-Anual-de-Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SAMARCO. Relatório da administração e demonstrações financeiras. 2014a. **Conselho de Administração.** Disponível em: <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2020/12/2014-Relatorio-da-Administra-o-e-Demonstra-es-Financeiras.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SAMARCO. **Relatório Anual de Sustentabilidade.** Samarco, Rio de Janeiro, 2014b. Disponível em <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2020/12/2014-Relatorio-Anual-de-Sustentabilidade.pdf>.

SAMARCO MINERAÇÃO S/A. **Nossa História.** Minas Gerais, Belo Horizonte, s/d. Disponível em: <https://www.samarco.com/quem-somos/>. Acesso em: 23 out. 2023

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDE. (2020) Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais. **Documento-base para Formulação do Plano Estadual da Mineração.** Disponível em: <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/130fd1adf19cc74be83c7c6c829c53b9.pdf> Acesso em: 15 jan. 2022.

SERVIÇOS DE CONSULTORIA EM MEIO AMBIENTE LTDA. – CEPEMAR. SAMARCO MINERAÇÃO S.A. RIMA – **Relatório de impacto ambiental terceira pelotização da Samarco em Ponta Ubu** - relatório técnico CPM RT 155/04. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RIMAS/RIMAS_

2004/RT%20Terceira%20Pelotiza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Samarco%20em%20Ponta%20Ubu.pdf. Acesso em: 18 nov. 2022.

STATISTA. Distribution of global iron ore exports in 2022, by major country. **Statista**, Austrália, Atualizado em: 30/10/2023. Disponível em: Disponível em <https://www.statista.com/statistics/300328/top-exporting-countries-of-iron-ore/> Acesso em 11 nov. 2021.

SYSTEMIC RISK. In: UNDRR. Prevention Web, 2022. Disponível em: Systemic risk (preventionweb.net). Acesso em: 30 jul. 2024.

TSEBELIS, George. **Jogos ocultos**: escolha racional no campo da política comparada. São Paulo, Edusp, 1998. Veto Governança regulatória no setor de mineração. *Players: how political institutions work*. New Jersey, Princeton University Press, 1998.

UNISDR. **Relatório do grupo de trabalho intergovernamental de especialistas de composição aberta sobre indicadores e terminologia relacionados com a redução do risco de desastres**. Nações Unidas, 2016. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf Acesso em: 16 jun. 2021.

UNISDR, **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030** (Versão em português não-oficial – 31 de maio de 2015) Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunoficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 25 jul. 2020.

VALE S/A. **O que fazemos**. Rio de Janeiro, RJ, Vale S/A, [s/d]. Disponível em: <https://www.vale.com/pt/o-que-fazemos>. Acesso em: 07 set. 2023.

VIEIRA, Rafaela; JANSEN, Giane Roberta. Análise da integração da gestão de risco de desastres à política de desenvolvimento territorial local. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, MS, v. 23, n. 2, p. 555-574, abr/jun, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/vXCXD9N7XCnrbj9hzW8wPGF/#>. Acesso em: 08 mar. 2023.

VULNERABILITY. In: UNDRR Terminology, 2017. Disponível em: Vulnerabilitycap Understanding Disaster Risk (preventionweb.net Conforme os dados disponíveis em <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c>. Acesso em: 08 abr. 2024.

World Health Organization. Number of COVID-19 cases reported to WHO. **World**, 28 days to 2 June 2024. Disponível em: <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c>. Acesso em: 08 abr. 2024.

Notícias e publicações em jornais eletrônicos

ANGELO, Maurício. Samarco, “a melhor mineradora” do Brasil. **Observatório da Mineração**. Brasília, publicado em 19/11/2015. Disponível em: <https://observatoriodamineracao.com.br/samarco-a-melhor-mineradora-do-brasil/>. Acesso em: 27 jan. 2021.

BEZERRA, Juliana. Desastre de Mariana. **Toda Matéria**, [s.d.], Portugal, Lisboa. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/desastre-de-mariana/>. Acesso em: 22 maio 2021.

CALVI, Pedro. Os quatro anos do rompimento da barragem de Mariana: balanço das violações de direitos humanos. Câmara dos Deputados – Comissão de Direitos Humanos, Minorias e Igualdade Racial. Publicado em: 24/10/2019. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cdhm/noticias/os-quatro-anos-do-rompimento-da-barragem-de-mariana-balanco-das-violacoes-de-direitos-humanos>. Acesso em 06 nov. 2023.

Cinco anos após a lama, rio e mar ainda sofrem com a contaminação, diz estudo. **A Gazeta**, Vitória, publicado em 05 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/cinco-anos-apos-lama-rio-e-mar-ainda-sofrem-com-contaminacao-diz-estudo-1120>. Acesso em: 13 fev. 2021.

CLIMATEMPO. Brasil teve recorde de desastres naturais em 2023, diz Cemaden. **Climatempo**, Redação. Publicado em: 23/01/2024 às 19:26. Atualizado em 24/01/2024. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2024/01/23/brasil-recorde-de-desastres-naturais-em-2023-revela-cemaden-3768#:~:text=O%20ano%20de%202023%20marcou,de%20tr%C3%AAs%20eventos%20por%20dia>. Acesso em: 28 mar. 2024.

Desempenho do setor mineral em 2020 supera expectativas e contribui para impulsionar a retomada da economia. Brasília, DF, **Ministério das Minas e Energia. Notícias**. Publicado em 19/02/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/desempenho-do-setor-mineral-em-2020-supera-expectativas-e-contribui-para-impulsionar-a-retomada-da-economia>. Acesso em 02 maio 2021.

Dez maiores mineradoras do mundo valem US\$ 327 bilhões. Notícias de Mineração Brasil, publicado em 13/09/2018, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://www.noticiasdemineracao.com/externo/news/1346656/dez-maiores-mineradoras-do-mundo-valem-ususd-327-bilh%C3%B5es>. Acesso em: 28 abr. 2021.

ESTRELA, Giovanna; TOLEDO, Madu; CAVALCANTE, Isabella. Vítimas de Mariana lutam por justiça há 8 anos: “Não são 8 dias”. **Metrópoles**, publicado em: 05/11/2023. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/vitimas-de-mariana-lutam-por-justica-ha-8-anos-nao-sao-8-dias>. Acesso em 06 nov. 2023.

FONSECA, Bruno. Brasil registra mais de três acidentes em barragens por ano. **Agência Pública**. Publicado em: 30/01/2019. Disponível em <https://apublica.org/2019/01/brasil-registramais-de-tres-acidentes-em-barragens-por-ano/> Acesso em: 01 jun. 2020.

G1 - Minas. Ex-executivo da Vale deixa de ser réu em ação penal do desastre de Mariana. **G1 – Minas**, Minas Gerais, publicada em: 10/12/2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2018/12/10/ex-executivo-da-vale-deixa-de-ser-reu-em-acao-penal-do-desastre-de-mariana.ghml>. Acesso em: 28 jan. 2020.

G1 – Porto Alegre. Um mês de enchentes no RS: veja cronologia do desastre que atingiu 471 cidades, matou mais de 170 pessoas e expulsou 600 mil de casa. **G1 – RS**, Porto Alegre, publicada em: 29/05/2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghml#29> . Acesso 30 maio 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. Ricardo Vescovi assume a presidência da Samarco. **Ibram**, notícias, Brasília, DF. Publicado em: 03/01/2012. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/ricardo-vescovi-assume-a-presidencia-da-samarco/>. Acesso em: 22 out. 2019.

KAWAGUTI, Luis. Um tremor de terra pode ter destruído as barragens em Mariana? **BBC Brasil**, BBC Brasil, São Paulo, publicado em 06/11/2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151105_tremor_barragem_lk#:~:text=Sism%C3%B3logos%2C%20engenheiros%2C%20peritos%20e%20autoridades,a%20lgumas%20pistas%20j%C3%A1%20est%C3%A3o%20dispon%C3%ADveis. Acesso em 22 Janeiro 2021

Líder mundial e rival da Vale, BHP muda foco de minério de ferro para cobre. **Infomoney**, São Paulo, publicada em: 11/12/2014. Disponível em: [Líder mundial e rival da Vale, BHP muda foco de minério de ferro para cobre \(infomoney.com.br\)](http://www.infomoney.com.br). Acesso em 26 out. 2023.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. MPF denuncia 26 por tragédia em Mariana (MG). **MPF – Sala de Imprensa**, Minas Gerais, BH, publicado em 20/10/2016. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/noticias-mg/mpf-denuncia-26-por-tragedia-em-mariana-mg>. Acesso em: 05 jul. 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Caso Samarco: o desastre. **MPF - Grandes Casos**, Minas Gerais, BH, s/d. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-rio-doce/o-desastre>. Acesso em: 04 jun. 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Caso Samarco: TRF6 confirma inclusão de cinco municípios do litoral do ES no rol de áreas atingidas. MPF, Minas Gerais, BH – Sala de Imprensa. Publicado em: 25 de abril de 2024. Disponível em: [Caso Samarco: TRF6 confirma inclusão de cinco municípios do litoral do ES no rol de áreas atingidas — MPF-MG de 2º Grau](#). Acesso em: 03 ago. 2024.

PARREIRA, Mateus. Barragem que se rompeu em Mariana tinha 20 vezes o volume registrado pela FEAM. **Jornal Estado de Minas Gerais** [publicado em 1/12/2015]. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/01/>

[interna_gerais,712952/barragem-tinha-20-vezes-o-volume-registrado.shtml](#) Acesso em: 26 out. 2021.

PARREIRAS, Mateus. Samarco acelerou a deposição de rejeitos na barragem de Fundão. **Jornal Estado de Minas**. Minas Gerais, Belo Horizonte. Publicado em: 04/12/2015. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/04/interna_gerais714169/deposito-acelerado.shtml. Acesso em: 11 jul. 2023.

PARREIRAS, Mateus. Substituto das barragens de rejeitos, empilhamento a seco tem seus riscos. Minas Gerais, BH, Estado de Minas. Publicado em: 08/02/2022. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/11/interna_gerais,716489/barragem-de-fundao-nao-podia-receber-rejeitos-de-mina-da-vale-diz-sem.shtml. Acesso em: 22 dez. 2023.

POSSATO, Viviane. MP descarta abalos como causa de rompimento de barragem em Mariana. **G1 – Minas**. Minas Gerais, publicada em: 18/02/2016 e atualizado em: 20/02/2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2016/02/mp-descarta-abalos-como-causa-de-rompimento-de-barragem-em-mariana.html>. Acesso em: 18 jan. 2019.

SAMARCO. **Queremos voltar a operar**. Samarco. Publicado em: 30/05/2017. Disponível em: <https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2018/06/FOLDERLOC.pdf>. Acesso em 23 jul. 2019.

SAMARCO. Queremos voltar a operar. **Samarco**, publicado em 30/05/2017. Disponível em: <https://www.samarco.com/artigo-queremos-voltar-a-operar/>. Acesso em: 23 jul. 2019.

SÉCULO DIÁRIO. Quintal da Vale: Estado concentra produção de pelotas de minério da empresa no País. **Século Diário**, publicado em: 24/02/2015, Atualizado em: 08/03/2020. Disponível em: <https://www.seculodiario.com.br/meio-ambiente/quintal-da-vale-estado-concentra-producao-de-pelotas-de-minerio-da-empresa-no-pais>. Acesso em: 18 mar. 2019.

Sinkholes: os vazios de superfície. O que são e como evita-los com a geofísica? **Geoanalysis**. Minas Gerais, s/d. Disponível em: [Sinkholes: os vazios de superfície. O que são e como evita-los com a geofísica? » Geoanalysis](#). Acesso em: 06 dez. 2012.

Terceira mineradora do país pertencia ao grupo luxemburguês Arbed, que tem interesse em parte da CSN Vale compra Samitri por R\$ 970,8 milhões. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 31 maio 2000. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi3105200026.htm>. Acesso em: 12 jul. 2023.

Um 2023 de recordes históricos no comércio exterior brasileiro. Brasília, DF: **apexBrasil**, publicado em: 05/01/2024. Disponível em: <https://apexbrasil.com.br/br/pt/conteudo/noticias/comercio-exterior-2023-records-historicos.html>. Acesso em: 12 mar. 2024.

VALE, João Henrique do. Barragem de Fundão não poderia ter recebido rejeitos de mina da Vale, diz SEMAD. **Estado de Minas Gerais**, BH. Publicado em: 11/12/2015.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

CAPÍTULO II – ESTADO, GLOBALIZAÇÃO E RISCO DE DESASTRES NA MINERAÇÃO

CIRCUNSTÂNCIAS DO DESASTRE DA SAMARCO

Fatores ou processos gerais determinantes da vulnerabilidade político-institucional no caso Samarco

1 Antecedentes econômicos do desastre da Samarco (ênfase na dinâmica macroeconômica)				
	ASPECTOS DA CONFIGURAÇÃO ECONÔMICA	FATORES ECONÔMICOS GERAIS	INDICADORES	VULNERABILIDADE
1.1	A globalização econômica expandiu o sistema capitalista através da liberalização financeira, abertura comercial e integração produtiva (Costa Pinto; Gonçalves, 2015).	A mudança do modo de integração e interdependência da economia mundial impactou o setor minero-siderúrgico brasileiro Surgimento das redes globais de produção organizadas em processos cada vez mais crescentes de integração e interdependência dentro da dinâmica de globalização comercial, produtiva, tecnológica, monetária e financeira (Henderson et al., 2011; Milanez <i>et al.</i>, 2018).	Privatização das empresas estatais brasileiras e integração do setor minero-siderúrgico nacional à nova dinâmica econômica internacional. Entre 1991-1993 privatizaram 70% da capacidade nacional de produção de aço; em 1997 foi privatizada a CVRD (Vale S.A.) transferindo com ela cerca de 60% da capacidade de mineração de ferro incluídas as reservas minerais a ela concedidas (BNDES, 2002). Controle acionário do setor minero-siderúrgico brasileiro por grandes grupos internacionais de setores produtivo e financeiro. A privatização da CVRD é um indicador da evolução da composição societária do setor minero-siderúrgico brasileiro. Inicialmente o Consórcio Brasil, liderado pela CSN,	Vulnerabilidade econômica (risco país) A mineração é um setor estratégico para a economia brasileira devido ao peso do minério de ferro na balança comercial. A privatização do setor minero-siderúrgico aumentou a vulnerabilidade do desempenho macroeconômico doméstico face às flutuações da economia internacional (Mesquita e Naidim, 1992).

			adquiriu a Valepar, <i>holding</i> que detinha 41,73% do capital votante da CVRD e aumentou as participações cruzadas na siderurgia reforçando as posições da CSN e dos fundos de pensão, em especial do Previ (do Banco do Brasil)” (Andrade e Cunha, 2002, p.36). Atualmente os acionistas da Vale S.A. são predominantemente grupos financeiros (Trocate, 2019) ²⁴⁰ .	
1.2	A centralização da produção e comercialização do minério de ferro em escala global reduziu a competição entre as empresas (Ivanoni, 2019, p. 115).	Forte predomínio da Vale S.A., tanto no mercado transoceânico, como no mercado nacional de minério de ferro, incluindo a produção de pelotas (Milanez et al., 2018, p. 10)	Centralização da produção mundial de minério de ferro. Em 2015, o mercado transoceânico de minério de ferro sob controle de quatro corporações sendo a Vale S.A. (22,5%) e a BHP Billiton (20,1%) (Milanez, et al. 2018) Centralização da produção brasileira de minério de ferro. Em 2017 a Vale S.A. extraiu 83,2% do total de minério de ferro do país (Milanez, et al. 2018, p. 10) Incorporação das empresas “nacionais” pelas RGPs. Em 2000, a Vale S.A. adquiriu metade do controle acionário da Samarco passando a dividir com a BHP-Billiton a estratégia de integração da <i>joint venture</i> à nova dinâmica capitalista.	Vulnerabilidade político-institucional (risco estrutural e dano potencial) Os riscos decorrentes da formação de oligopólio na produção de minério de ferro é fator agravante da vulnerabilidade político-institucional devido ao predomínio da rentabilidade em detrimento da segurança do processo produtivo de uma atividade arriscada que hoje é estratégica para o equilíbrio da balança comercial brasileira.
1.3	A expansão capitalista na virada do milênio alargou as fronteiras	Variação dos preços em geral e especificamente do minério de ferro enquanto um fator importante nas	Aumento do preço após a virada do milênio: Em maio de 2002 custava US\$ 12,60 a tonelada de minério de ferro com 62% de teor e chegou a US\$	Vulnerabilidade econômica

²⁴⁰ Trocate, Charles. *Quem são os donos da Vale S.A?* Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2019/04/02/artigo-or-quem-sao-os-donos-da-vale-sa> Acesso em: 14 fev. 2022.

	territoriais do extrativismo mineral em países da América Latina, África, de maneira geral, no Sul Global. (Gonçalves, Milanez, 2019).	estratégias das corporações mineradoras Expansão acelerada da produção brasileira de minério de ferro viabilizada pela nova dinâmica de integração e interdependência da economia mundial ➤ Calcula-se que as reservas mundiais de ferro giram em torno de 180 bilhões de toneladas e, no Brasil, encontram-se 20 bilhões de toneladas (Brasil, PNM-2030). Em 1994, o Brasil era o segundo maior produtor mundial de minério de ferro, após a China, e dividia com a Austrália a liderança das exportações (BNDES, 1995). Aumento da escala da produção brasileira de minério de ferro devido à ampliação da demanda e dos preços no mercado mundial. ➤ Mesmo na retração do consumo das <i>commodities</i>, a produção brasileira de minério de ferro cresceu 16% em cinco anos, saltando de 386 Mt (2013) para 450 Mt (2018). Em 2020, o minério de ferro brasileiro representou 85%	187,10 em janeiro de 2011, uma valorização de quase 15 vezes em 10 anos. Apesar queda brusca do consumo no mercado mundial, o preço se estabilizou em torno de US\$100,00, com baixas oscilações, alcançando US\$ 123,75, em janeiro de 2020 Evolução da posição do Brasil: Nos anos 1960, o Brasil era responsável por 7% das exportações globais de minério de ferro, nos anos 1980 a participação aumentou para 25% e se estabilizou em torno de 30% depois dos anos 1990. (Milanez, 2017). Evolução da produção brasileira de minério de ferro em valor: Em 1994, o Brasil produziu 125 Mt que rendeu US\$ 2,28 bilhões, ou seja, 20,8% do total das exportações de produtos básicos. Em 2023, o minério de ferro foi o principal produto brasileiro exportado US\$ 42,2 bilhões (em valor FOB), o segundo produto mais importante na lista de exportação - a Vale S.A. produziu 321,15 Mt de minério de ferro. Aumento da produção brasileira de minérios de ferro: Em 1950 o Brasil produziu 2Mt de minério de ferro e em 2000 a produção foi de 212Mt, em 2015 a produção dobrou e alcançou 431Mt. Entre 2002 e 2014 a extração mineral no Brasil triplicou seu papel no valor adicionado nacional de 1,6% para 4,15%. Aumento do valor adicionado pelo minério de ferro à balança comercial brasileira: No período 1994 a 2008 a participação de produtos de origem	A expansão acelerada da produção de minério de ferro é um indicador do processo de reprimarização da pauta de exportações brasileira (PNM2030). Em 2000, os bens exportados classificados como <i>commodities</i> e bens energéticos eram 42% enquanto os bens de média e alta intensidade tecnológica respondiam por 36%. Em 2008, essas porcentagens passaram para 56% e 27%, respectivamente (Idem). Vulnerabilidade político-institucional face ao aumento do risco crítico de barragem (CRI) e do dano potencial associado (DPA). A expansão da produção de minério de ferro aumenta o risco de desastres devido ao maior volume de rejeitos

		dos bens minerais exportados, em valor monetário.	mineral, bens primários e transformados, excluídos o petróleo e gás natural, nas exportações do País alcançou a média de 20%, e o saldo do setor na balança comercial passou de US\$ 1 bilhão para US\$ 17 bilhões.	que aumenta a quantidade de barragens e/ou suas características técnicas (maiores, mais altas, mais íngremes e com maior volume de rejeitos), por decorrência, aumenta o dano potencial associado devido à ampliação da área de inundação em caso de desastres.
1.4	A expansão extrativista ampliou aceleradamente o volume de rejeitos na mineração brasileira, especialmente no minério de ferro, o “carro-chefe” da produção mineral do País	Aumento do volume de rejeitos em processos de produção acelerada de minério de ferro sem planejamento de alternativas de tratamento e armazenagem, ao contrário, as empresas aumentam a produtividade e reduzem os custos no âmbito da produção. Integração dos mercados diminuiu as restrições financeiras e aumentou as possibilidades de rentabilidade positiva através das aplicações financeiras em detrimento dos investimentos produtivos.	A cada 30 anos a mineração aumenta o volume de rejeito em 10 vezes (Santos e Wanderley, 2016, p.91-92, apoiados em Andrew Robertson, 2011). Em Minas Gerais, no período entre 2008 e 2015, o volume de rejeitos aumentou de 101Mt para 242Mt, respectivamente (FEAM) Lucro das mineradoras se contrapõem à falta de investimento seguro no tratamento e armazenagem dos rejeitos, por exemplo, em 2023 o lucro acumulado da Vale S.A. foi R\$ 27,9 bilhões de reais, apesar dos desastres.	Vulnerabilidades várias Informação complementar ao período da pesquisa: Embora os dados do Inventário de Resíduos Sólidos da Mineração (FEAM) realizado em Minas Gerais sejam incompletos e fornecidos pelas empresas, eles mostram que após o desastre da Samarco aumentou o volume de rejeitos sendo registrado em 2017 cerca de 290 Mt sendo que em 2008 era 101Mt, portanto, quase triplicou em uma década.
1.5	A expansão acelerada da	Em Minas Gerais, os principais destinos de rejeitos de 2008 a 2017: Barragens	No Brasil havia 927 barragens de mineração cadastradas no SIGBM, das	Vulnerabilidade várias por aumento do risco

1.6	produção brasileira de minério de ferro aumentou a quantidade e o tamanho das barragens de rejeitos de mineração	de Disposição de Rejeitos (89,57%); Pilhas de Rejeito Dentro da Mina (3,46%) e Aterros Industriais Próprios (2,46%); os outros destinos 3,45% dos resíduos inventariados (FEAM, 2018)	quais 464 estavam enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB (ANM, 2023).	crítico de barragem e do dano potencial
		Barragens de rejeitos de mineração são cada vez maiores em altura e em volume de reservatório.	Altura máxima das barragens passou de 30m para 240m no último século, dobrando a cada 30 anos. Já as áreas das barragens cresceram 5 vezes no mesmo período. Por essas novas características, aumentam-se os riscos em 20 vezes a cada um terço de século, com a maior possibilidade de ruptura e maior potencial devastador (Santos e Wanderley (2016, p.91-92)	
1.6	O aumento de desastres por rompimento de barragens de mineração desde o início do século XX	Redução das falhas menores e aumento das falhas graves e muito graves (Milanez, 2022, apoiado em Bowker, 2019)	Bowker (2019) registrou entre 1915 e 2019 cerca de 355 ocorrências com barragens de mineração (Milanez, 2022)	Vulnerabilidades várias (danos potenciais)
		O aumento do número de rompimentos de barragem de mineração ocorre nos países periféricos onde se localizam os projetos minerários.	Entre 2000-2019, a maior parte das falhas (60%) ocorreu em países do Sul Global (Milanez, 2022, apoiado em Bowker, 2019)	
		Predominância de mortes se mostra desproporcionalmente maior.	e quase a totalidade (99,8%) dos óbitos associados a essas falhas se deu nesses países (Milanez, 2022, apoiado em Bowker, 2019)	

2 Antecedentes político-institucionais do desastre da Samarco (ênfase na decisão macro política)				
	ASPECTOS DA CONFIGURAÇÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL	FATORES POLÍTICOS GERAIS	INDICADORES	VULNERABILIDADE
2.1	O processo de regulação da atividade de mineração de ferro no Brasil iniciou na década de 1930, período de mudança do padrão agrário-exportador para urbano industrial e criação das instituições do Estado moderno, uma etapa crucial de constituição do capitalismo industrial e do Estado capitalista, que ampliou a intervenção estatal na economia para o desenvolvimento nacional via substituição de importações	A decisão política de estabelecer a produção de minério de ferro como estratégia econômica se deu em um contexto socioeconômico e institucional de emergência da sociedade industrial de massas no Brasil e de um Estado capitalista cuja forma incorporou, crescentemente, aparelhos regulatórios intervencionistas como um suporte ativo ao avanço da acumulação industrial (Draibe, 1985, p. 82), por meio da ação estratégica no “controle das forças de mercado internas e internacionais e na sua utilização em favor de um interesse econômico nacional” (Sallum Jr., 1996, p. 44).	Em 1930-1940 os atos do Getúlio Vargas que alavancaram a produção de minério de ferro. Em 1950 o Brasil produziu 2Mt. Em 1960 o País respondeu por 7% das exportações globais de ferro. Em 1980 a participação aumentou para 25% e se estabilizou em torno de 30% depois dos anos 1990 (Milanez, 2017). Em 2000 a produção foi de 212Mt e dobrou em 2015 alcançando 431Mt. Em 2023, foi o principal produto exportado e responsável por US\$ 42,2 bilhões (em valor FOB).	Vulnerabilidade político (risco país) No contexto de crise da década de 1930 (Grande Depressão, decadência do liberalismo econômico, superprodução e especulação financeira), as mudanças e reformas realizadas visaram criar capacidades institucionais e ampliar a intervenção do Estado na economia para criar as bases estruturais para o desenvolvimento econômico brasileiro via substituição de importações com estratégias de controle das forças internas e internacionais do mercado em favor do interesse nacional
		O modo como foi institucionalizada a política mineral em sua gênese permitiu	- O legado da subregulação (ou não regulação) e “vazio institucional” no controle das atividades produtivas do	Vulnerabilidade político-institucional

		lacunas regulatórias que perduraram até as primeiras décadas do século 21. A intervenção e regulação estatal desse período se realizava de forma compartimentada caracterizando o traço de ambiguidades decorrentes de pacto de dominação vigente permeado por interesses da industrialização e da sociedade agrário-exportadora .	setor mineral pelo Estado brasileiro. Considerar que a problemática do meio ambiente não estava posta como uma questão de interesse público. - O <i>mix institucional</i> enquanto modelo da trajetória desenvolvimentista formado por capital de diferentes origens - estatal associado aos capitais privados nacionais e estrangeiros – que exacerbou a crescente autonomização das empresas estatais (Marta Zorzal, 2004) Hoje, o <i>mix institucional</i> seria um fator de risco de desastre devido à vulnerabilidade externa, privatização, fusão de capitais e modernização do setor agrário-exportador brasileiro?	TRIANGULAÇÃO COM FATOR INSTITUCIONAL: Embora a mineração de ferro seja uma atividade produtiva arriscada, ela tem sido regulada de modo genérico e compartimentado devido aos limites e restrições da ação do Estado brasileiro (Draibe, 1985) Limites decorrentes do conflito de interesses e do pacto de dominação
2.2	A expansão da globalização sob a prevalência do pensamento liberal décadas 1980-90 explicitou o poder efetivo dos países (ou vulnerabilidade externa estrutural) que é mensurado pelo padrão de comércio internacional, eficiência do seu aparelho produtivo, dinamismo tecnológico e robustez do seu sistema financeiro (Gonçalves 2008)	O poder efetivo do Brasil evidenciado pelo desempenho externo em relação a outros países no processo de inserção econômica internacional em uma perspectiva de longo prazo, ou seja, capacidade de resistir a pressões, aos fatores desestabilizadores e aos choques externos, nas esferas comercial, produtiva, tecnológica, monetária e financeira (Gonçalves, et al., 2008, p. 2).	A vulnerabilidade externa estrutural pode ser verificada em quatro indicadores: - exportação de bens e serviços / PIB; - estoque de investimentos externos diretos (IED) / PIB; - dívida externa total / exportação de bens e serviços; - importação de bens e serviços / reservas internacionais.	Vulnerabilidade externa estrutural (risco país) O baixo desempenho brasileiro em relação aos indicadores de poder efetivo evidenciou a vulnerabilidade externa estrutural do País.
		Para aumentar o poder efetivo, os governos brasileiros fomentaram a expansão das atividades produtivas de perfil extrativista, em grande escala, volume e intensidade, o que refletiu diretamente nas instituições públicas explicitando a sua limitada capacidade de regular e fiscalizar as grandes	- Morosidade na regulação, regulamentação e regularização da segurança de barragens em âmbito nacional, por exemplo, somente em 2010 foi promulgada a PNSB; - Recursos insuficientes para o trabalho dos órgãos responsáveis (DNPM, órgãos estaduais ambientais);	Vulnerabilidade político-institucional (Baixa capacidade de enforcement) A baixa capacidade de regular e fiscalizar as grandes empresas do

		empresas do setor mineral (Gonçalves, et al., 2008; Milanez, 2022).	- Licenciamento e fiscalização pouco rigorosos das atividades arriscadas, tais como, rejeitos de mineração	setor mineral evidencia a vulnerabilidade político-institucional
2.3	Na década de 1980, a redefinição do papel do Estado em âmbito internacional, crise agravada pela globalização contraposta à autonomia dos Estados nacionais enquanto o Brasil vivenciava a transição do regime político autoritário para democrático (CF/88), ao mesmo tempo, o debate da mudança do regime econômico (liberalização econômica)	Complexidade do processo de democratização eivado de crises e tensões nas agendas políticas e econômicas abarrotadas de questões velhas e novas que emergiram sob influxo do regime democrático, e prevalência de temas na agenda pública em detrimento de outros, por exemplo, o risco de desastres.	- Diretas Já (1983-84) e eleições presidenciais (1989) - Promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente (PMNA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, em 1981 - <i>Impeachment</i> do primeiro presidente eleito, Collor de Mello, em 1992.	Vulnerabilidade política Três elementos presentes no contexto de redefinição do papel do Estado brasileiro: 1) A questão das características patrimoniais e autoritárias do Estado e da administração pública no Brasil; 2) a crise do nacional-desenvolvimentismo e a ascensão do desenvolvimento dependente e associado; 3) a visão dos organismos financeiros internacionais e o Consenso de Washington (Paula, 2005, p. 105).
		Enfrentar, ao mesmo tempo, os desafios da restauração das instituições democráticas, da reforma do Estado e de sua administração, para que se “pudesse fazer frente às novas realidades do mercado global” (Wilheim, 1999, p. 9).	- Programa Nacional de Desestatização (PND), em 1990 - Vigência das regras democráticas e abertura do espaço para interesses historicamente represados	
2.4	A reforma do Estado brasileiro, a partir da década 1990, reduziu o papel do Estado para ampliar a autonomia dos agentes econômicos em duplo processo de transição	O Estado deixou de ser “responsável direto pelo desenvolvimento econômico e social pela via da produção de bens e serviços para fortalecer-se na função de promotor e regulador desse desenvolvimento” (Brasil, 1995, p. 17).	Redução do controle do Estado sobre as atividades econômicas para tornar a administração pública mais permeável à participação dos agentes privados por intermédio da criação de agências reguladoras de caráter independente.	Vulnerabilidade político-institucional (Baixa capacidade de enforcement) Em 2002, o plano econômico (FHC) não resultou em retomada o desenvolvimento, nem
		A desregulamentação orientou a remoção ou simplificação das leis e	- Emenda Constitucional 06/1995 que suprimiu a distinção entre empresa de	

econômica e político-institucional que reconfigurou as relações entre o Estado e o mercado, com destaque para as corporações mineradoras de ferro no Brasil.	normas em favor das forças do mercado modificando o ordenamento jurídico vigente para viabilizar as privatizações, concessões e abertura de mercados ao capital privado nacional e internacional.	capital nacional e empresa de capital estrangeiro para viabilizar a abertura ao capital estrangeiro liberando a sua participação decisória nas empresas estatais alienadas	estabilizou a macroeconomia e “deixou uma herança pesada para o futuro governo em termos de altas dívidas – interna, ou do Estado, e externa, ou do país – e de altos déficits – público ou do Estado, e externo, ou da nação. Dívidas e déficits que se espelham nas mais altas taxas de desemprego que o país já teve” (Bresser-Pereira, 2003, p. 336).
	A reforma gerencial (FHC/1995-2002) inspirada nos movimentos neoconservadores (NAP): aumentar a eficiência do Estado se baseando nas propostas neoliberais e nas recomendações da teoria da escolha pública (Paula, 2005, p. 105).	- Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado (PDRAE), em 1995 - Criação de agências reguladoras e agências executivas tais como: Inmetro, Ibama, IBGE, DAS, CNPq, SVS (hoje Anvisa).	
	A reforma postergou a regulamentação da administração pública gerencial, assim, o novo modelo de Estado não tinha unicidade de regras e procedimentos para exercer a função de alinhar o interesse privado ao interesse público (Fantini e Fajardo, 2019).	O Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado (MARE) não conseguiu uma cooperação simultânea entre os objetivos de ajuste fiscal e de mudança institucional (Paula, 2005, apoiada em Resende, 2004) e a ausência de marcos regulatórios consistentes fragilizou a ação do poder público.	
	A vertente societal (Lula/2003-2010) que buscou um novo modelo de desenvolvimento baseado na concepção participativa e deliberativa de democracia, na reinvenção político-institucional e na renovação do perfil dos administradores públicos.	Democracia participativa com organização da participação social e do poder local (Conselhos Gestores de Políticas públicas e no Orçamento Participativo).	Vulnerabilidade político-institucional Ideia força, processo em curso, com avanços significativos em determinados períodos e retrocessos gigantescos, como ocorreu depois do <i>impeachment</i> da Dilma, sobretudo, Jair Bolsonaro (2019-2022). (Paula, 2005).

2.5	A partir de 2000 expande a estratégia de desenvolvimento econômico brasileiro baseada na reprimarização da economia motivada pela indução econômica no contexto do <i>boom</i> das <i>commodities</i>	“Grupos transnacionais e estratégias estatais de acesso a matérias-primas se somam a corporações financeiras como o Bradesco, ao Estado brasileiro (BNDES) e à mobilização de fundos previdenciários na configuração de um cenário irracional de expansão <i>ad eternum</i> da exploração e transformação minerais, respondendo a dinâmicas privadas de lucratividade e estatais de equacionamento das contas públicas” (Mansur <i>et al.</i> p. 39)	Prevaleceu uma visão programática que diminuiu o poder institucional em função do alinhamento ao <i>mainstream</i> internacional em prol da regulação pelo mercado preterindo, em larga medida, a função de planejamento estatal (Cunha e Karam, 2017) e vazio de instrumentos reguladores.	Vulnerabilidade político-institucional A fragilidade regulatória e fiscalizatória do setor mineral pelo Estado brasileiro, de modo específico em relação aos rejeitos de mineração, contribui para agravar o risco de desastres gerados pelas estruturas inerentes a atividade minerária.
		A prevalência do liberalismo tem estimulado as propostas de autorregulação defendidas pelas forças do mercado sob o argumento da maior eficiência para garantir o adequado funcionamento das empresas.	Ampliação das soluções de autorregulação após os grandes desastres, por exemplo, “Padrão Global da Indústria para Gestão de Rejeitos” (Milanez, 2022, p. 37-38)	Vulnerabilidade político-institucional A autorregulação não é confiável para atividades arriscadas, conforme demonstrado no quadro Política Corporativa e Gestão de Riscos da Samarco

APÊNDICE 2

Capítulo III – O Caso Samarco

Fatores ou processos específicos determinantes da vulnerabilidade político-institucional no caso Samarco

1 - Política corporativa de gestão de risco da Samarco Mineração S/A				
Nº	ESPECIFICIDADE BARRAGEM FUNDÃO (BRF)	MEDIDAS DO EMPREENDEDOR (Samarco/Vale/BHP)	AGRAVAMENTO DOS RISCOS DA BARRAGEM FUNDÃO	TIPO DE VULNERABILIDADE
1.1	Construção da BRF como suporte a estratégia de expansão da Samarco	Grandes investimentos em estruturas operacionais para aumentar produção e captura de valor	Expansão acelerada da produção que aumentou a produção de rejeitos proporcionalmente	Vulnerabilidade físico estrutural BRF sobrecarregada além do suportável
1.2	Institucionalização da gestão de risco pela Samarco, a partir de 2012	Antes de 2012 a Samarco tinha Política de Gestão de Riscos e Manual de Gestão de Riscos Corporativos. 2012: definiu cinco categorias de risco em sua cadeia produtiva: Estratégicos, Operacionais, de Projetos, Financeiros, de Conformidade, de Saúde e Segurança 2013: Fez ampla revisão e avaliação dos riscos materiais. Considerou 18 itens prioritários Definiu critérios financeiros para classificar riscos prioritários. Decisão	2012/2013: Face ao cenário de queda do preço do minério de ferro a empresa revisou planejamento estratégico e definiu metas de intensificar a produção, com isso, agravou os riscos potenciais da BRF. 2014/15: Decidiu aumentar a produção, baixar os custos de produção e reduzir orçamento para gestão de barragens no período que aumentava a produção de minério de ferro e sobrecarregava a BRF além do	Vulnerabilidade institucional corporativa

1.3	Metodologias utilizadas para monitorar os riscos da barragem (BRF)	validada pelos acionistas – US\$ 125 milhões – reajustado anualmente 2014: Definiu 24 riscos materiais e 48 riscos não materiais. Elencou mais de 500 iniciativas para tratamento Criou Subcomitê de Riscos vinculado ao Comitê de Finanças e Estratégia 2014/15: Face à queda preço minério, reagiu definindo estratégia de austeridade para garantir desempenho financeiro positivo e economizar nas atividades geotécnicas e de gestão de barragens	suportável causando problemas estruturais recorrentes Os riscos da BRF foram agravados exatamente durante os três anos seguintes à priorização da gestão de risco e sustentabilidade	
		Descumpriu os padrões internacionais de qualidade – consultoria especializada <i>Global Reporting Initiative</i> (GRI) e produção do Relatório Anual de Sustentabilidade, desde 2000 Descumpriu o Plano de Disposição de Rejeitos (PDR) para controle de riscos realizados por meio da metodologia <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (FMEA) Descumpriu o Plano de Segurança (PSB) da BRF e apresentou laudo falso de estabilidade da BRF aos órgãos públicos de controle da segurança de barragens. Obrigação	Descumpriu seus próprios critérios e padrões de segurança produtiva e empresarial. As metodologias certificadas internacionalmente para monitoramento da gestão do processo de produção não evitaram a sobrecarga da BRF acima do suportável. Não as cumpriu, embora as divulgasse visando criar reputação positiva quanto à sustentabilidade. Ao descumprir o PSB e o PAE, o empreendedor agravou o risco crítico (CRI) e os riscos decorrentes dos danos potenciais associados à BRF (DPA)	Constatou-se disjunção nas definições estratégicas e operacionais na gestão do risco de barragem durante o processo de tomada de decisão no âmbito das empresas. Vulnerabilidade político-institucional

		do empreendedor instituída pela PNSB/2010		Desconsiderou diversos tipos de vulnerabilidades aos danos potenciais associados à BRF que foram subestimados na avaliação de risco.
		Descumpriu o Plano de Ações Emergenciais (PAE). Obrigação do empreendedor instituída pela PNSB/2010		
		Fez inspeções regulares na BRF, identificou e registrou graves problemas, porém, omitiu essas informações para o órgão fiscalizador (DNPM), conforme consta no RAL 2012-2015.	A omissão das informações pelo empreendedor ao órgão fiscalizador distorceu os critérios da classificação do risco crítico da BRF pelo DNPM que a manteve como risco baixo quando o risco era alto	Vulnerabilidade físico-estrutural do ativo (BRF) Vulnerabilidade político-institucional
		Identificou-se falhas na instrumentação da BRF (piezômetros, medidores de nível e inclinômetros) para o monitoramento dos riscos. Medidas corretivas em tempo hábil deveriam ser executadas para evitar o encadeamento de problemas e agravamento dos riscos. Não revisou a Carta de Risco, recomendação dos laudos técnicos de segurança (2013, 2014 e 2015) para atualizá-los e incluir novos instrumentos.	As falhas identificadas no monitoramento da BRF agravaram os riscos. Isto porque barragens alteadas à montante dependem da instalação de dispositivos de instrumentação e monitoração constante. Pois, os novos diques são construídos sobre rejeitos, que devem estar compactados e drenados quando do início do novo alteamento. Se não estiverem bem compactados pode ocorrer penetração ou percolação de água e outros fenômenos de desgaste que prejudicam sua estabilidade.	Vulnerabilidade físico-estrutural do ativo

2 – Riscos identificados na fase de planejamento e licenciamento da BRF				
	ESPECIFICIDADE BARRAGEM FUNDÃO (BRF)	MEDIDAS DO EMPREENDEDOR (Samarco/Vale/BHP)	AGRAVAMENTO DOS RISCOS DA BARRAGEM FUNDÃO	TIPO DE VULNERABILIDADE
2.1	Local de construção da BRF tinha alto risco de dano potencial associado.	Em 2003 o empreendedor encomendou os estudos de viabilidade da BRF (PAC ENGENHARIA) Em 2005 a Samarco apresentou o EIA-RIMA ao órgão responsável pelo licenciamento ambiental (SEMAD/FEAM).	O local tinha alto risco de dano potencial que agravou os impactos do desastre. Porém, o empreendedor decidiu pelo vale do Fundão, devido ao baixo custo construtivo em relação às vantagens oferecidas. O vale de Fundão era mais extenso e com maior encaixe natural, onde os diques seriam menores em comprimento, ainda que mais elevados.	Vulnerabilidade físico-estrutural do ativo (barragem de Fundão) Vulnerabilidade político-institucional. Fragilidade legislativa
2.2	Escolha do método de barragem à montante para construir a BRF. Este método era conhecido como o mais inseguro.	Escolha de método de baixo custo. Porém, método de reduzido controle construtivo e crítico em relação à segurança da barragem. No âmbito geotécnico método desafiador, devido às tensões induzidas, que aumentam potencial de liquefação e de não consolidação do material utilizado como fundação. (p. 64 – Cap. III)	Embora este método fosse inseguro, também era o mais barato e o mais utilizado pelas mineradoras. O descumprimento das normas técnicas durante a construção e a operação da BRF potencializou os riscos da barragem (p. 64 – Cap. III).	Vulnerabilidade físico-estrutural do ativo (barragem de Fundão) Vulnerabilidade político-institucional: Fragilidade legislativa.
2.3	Ausência do projeto executivo	Apresentou apenas o projeto conceitual da BRF, sem o projeto executivo e descumpriu a	A falta do projeto executivo da BRF acarretou falhas no	Vulnerabilidade política:

	da BRF, no pedido de licenciamento, feito em 2005 (p.78 – Cap.3)	condicionante n. 4 da Licença Prévia durante o processo de licenciamento ambiental (p.60 – Cap. III).	processo de construção e no de operação (p. 55 – Cap. III), mas o Subsecretário de Meio Ambiente-MG concedeu a LI <i>ad referendum</i>	Autorização Licença de Instalação (LI) sem cumprir a condicionante n. 4 “apresentação do projeto executivo (LI ad referendum) (p. 61 – Cap-III)
2.4	Ausência do manual de operações da BRF no pedido de licenciamento, em 2005 (p.78 – Cap. 3)	2007: Apresentação do Manual de Operações do SRF, em cumprimento a uma condicionante da Licença Prévia. Não cumprimento das diretrizes do manual durante a construção e a operação da BRF (p.69-72 – Cap. III). 2012: Foi elaborado o novo Manual de Operações do SRF (p. 70 – Cap. III).	Descumprimento dos Manuais de Operações do SRF de 2007 e de 2012. Resultado: emergência de vários problemas que agravaram os riscos da BRF (p. 69-72, Cap. III).	Vulnerabilidade físico-estrutural
2.5	Os riscos eram conhecidos pelo empreendedor desde a fase de planejamento da BRF. Informações contidas no EIA-RIMA de 2005 que previu cenário de possível rompimento de elevada magnitude.	Apesar da previsão de rompimento catastrófico, o diagnóstico socioeconômico era restrito em relação ao meio antrópico à jusante da BRF (p. 56 – Cap. III) Apesar disso, não foi implementado um contínuo programa de comunicação social entre a Samarco e as populações à jusante para informar sobre ameaças de riscos da BRF (p. 58 – Cap. III) Além disso, a empresa não promoveu treinamento adequado aos envolvidos, de forma a orientá-los como se portar em situações de emergência (p. 58 – Cap. III).	Subestimou o risco e o dano potencial da BRF ao não implementar o PAE, com isso, agravou os danos e prejuízos. Não haviam sirenes de alerta e canais efetivos de comunicação com os funcionários e a população a jusante em caso de sinistro com a barragem. O Conselho de Administração da Samarco recomendou priorizar esforços para reassentar as comunidades próximas às barragens de rejeitos, porém não foi feito (p. 57 – Cap. III).	Vulnerabilidades de diferentes tipos face ao dano potencial subestimado no licenciamento. Vulnerabilidade político-institucional: Para a PNSB/2010 o PAE era obrigatório para barragens de DPA alto. O DNPM descobriu inconformidades no PAE/BRF somente depois do desastre TCU considerou este fato como agravamento do risco da BRF.

2.6	Licenciamento da BRF	Licenciamento inicial: Não cumprimento da condicionante n. 04: “apresentação do projeto executivo da barragem até a data de requerimento da LI (p. 60 – cap. III). Não cumprimento da condicionante n. 03 referente a pilha de estéril da Vale S.A. (p. 61 – Cap. III)	Obtenção da Licença de Instalação (LI), em 2007, via <i>ad referendum</i>. Com isso o empreendedor criou novos riscos na fase de construção da BRF pela falta de projeto executivo e agravou a saturação da BRF por descumprimento da condicionante n. 3.	Vulnerabilidade político-institucional Descumprimento das condicionantes n. 3 e n. 4: Agravou ameaça de risco da BRF

3 – Riscos identificados na fase construção da BRF				
	ESPECIFICIDADE BARRAGEM FUNDÃO (BRF)	MEDIDAS DO EMPREENDEDOR (Samarco/Vale/BHP)	AGRAVAMENTO DOS RISCOS DA BARRAGEM FUNDÃO	TIPO DE VULNERABILIDADE
3.1	Falhas identificadas na construção e na reparação da BRF no início do processo de operação.	Na fase de construção ocorreram falhas graves na construção dos drenos de fundo do Dique¹. Estas falhas causaram o incidente de <i>piping</i> no início das operações (p.74 – Cap. III). Para reparação foi construído um novo sistema de drenagem que modificou o conceito original da BRF. As obras para reparação paralisaram o Dique¹ de abril/2009 a março/2010.	Com as falhas de construção e respectivas medidas adotadas no início da operação da BRF, novos riscos foram criados. Esta situação serviu de base para emergir um encadeamento interativo e complexo de problemas que se acumularam e culminaram no colapso da BRF (p. 79 – Cap III).	Vulnerabilidade físico-estrutural
3.2	Medidas adotadas para evitar	Realizou mudança no sistema de drenagem interna: construiu tapete	Decisões para realizar as mudanças foram tomadas no âmbito do Conselho	

	paralisação da produção de minério de ferro.	drenante no Dique 1 (p. 77). Construiu o Dique1A, para continuar a produção de minério (p.79 – Cap. III) Ocorreu saturação do Dique2, com isso foi preciso construir canal extravasor que resultou na mistura da lama com a areia.	de Administração da Samarco constituído com representantes das empresas proprietárias: Vale S/A e BHP Billiton (p. 57 – Cap. III)	Vulnerabilidade político-institucional

4 – Riscos identificados na fase operação da BRF				
	ESPECIFICIDADE BARRAGEM FUNDÃO (BRF)	MEDIDAS DO EMPREENDEDOR (Samarco/Vale/BHP)	AGRAVAMENTO DOS RISCOS DA BARRAGEM FUNDÃO	TIPO DE VULNERABILIDADE
4.1	Descumprimento das normas técnicas fundamentais para segurança da BRF previstas no Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF-2007 e 2012).	Velocidade dos alteamentos acima do padrão técnico de segurança da BRF: De 2010 a 2015 a barragem foi alteada 11m/ano, em média. Em outubro/2015 o aumento o mensal feito na altura da crista foi 2,9m. Com isto a taxa anual correspondeu a 35 m/ano (p. 72 – Cap. III).	Com alteamentos feitos em ritmo cada vez mais acelerado a empresa descumpriu as normas técnicas e agravou os riscos da barragem até o rompimento da mesma (p. 64, 68-69 – Cap. III).	Vulnerabilidade físico-estrutural Obs.: Segundo Manual de Operação do Sistema de Rejeitos de Fundão (SRF), eram permitidos alteamentos de no máximo 6m/ano, em média.
4.2	Normas técnicas para Manejo dos rejeitos	Os requisitos para a segurança da estrutura da barragem estabeleciam: Drenagem criteriosa; Monitoramento periódico	Ao descumprir as normas técnicas agravou a condição de saturação da BRF. Problemas de drenagem e de manutenção da largura mínima da praia	Vulnerabilidade físico-estrutural

		Manutenção da praia mínima de rejeitos arenosos com distância superior a 200m da crista para garantir a condição seca do empilhamento drenado (p. 70 – Cap. III) Descumpriu norma técnica relativa à praia de rejeitos superior a 200m. Não observância reiterada da largura mínima de praia de rejeitos chegou a perfazer 60,75 m (p. 66 – Cap. III).	de rejeitos, agravou a ameaça do risco de liquefação. Primeira desconformidade identificada, desde o início da operação da barragem, foi a deposição de rejeitos arenosos e argilosos juntos no interior dos reservatórios dos Diques 1 e 2, que causou colmatção (entupimento) dos drenos dos Diques. (p. 71 – Cap. III)	Obs.: Areia e lama não poderiam se misturar, porque a lama impediria a drenagem descendente e as areias permaneceriam saturadas (p. 66 – Cap. III)
4.3	Construção do Dique 1A (em 2009)	Alterou o conceito dos Diques de Contenção de Lamas (DCLs) como estruturas separadoras da lama e do rejeito arenoso (EIA-RIMA, 2005) (p. 67).	Mudança estrutural da BRF com construção de outro dique no reservatório do Dique1. Tal mudança resultou na mistura de areia com a lama que agravou a saturação da BRF aumentando o risco de liquefação.	Vulnerabilidade físico-estrutural
4.4	Construção do Tapete drenante (2009-2010)	O Tapete drenante ficou embutido em meio aos rejeitos. Ele foi construído sobre a superfície dos rejeitos para substituir o dreno de fundo que estava inoperante. Foi posicionado abaixo dos rejeitos dificultando o controle da saturação (p.85-86 – Cap. III)	Agravou o risco de saturação da BRF	Vulnerabilidade físico-estrutural Vulnerabilidade político-institucional
4.5	Construção do Canal extravasor (2011-2012)	Construção do canal extravasor, em 2011-2012, interligou o reservatório de lamas do Dique 2 ao reservatório do Dique1 rejeitos arenosos (p. 90-91).	Canal Extravasor foi fechado em agosto de 2012.	Vulnerabilidade físico-estrutural

		Volume de rejeitos lamosos aumentou de 731.069,95m ³ (em 2008) para 1.827.674,88 m ³ (em 2009) (p. 81 – Cap. III)	Porém, não antes que a lama fosse depositada entre as elevações 824m e 850m (p. 91 – Cap. III), Esta medida contribuiu para a saturação da BRF	
4.6	Substituição das galerias principal e secundária (2010-2013)	Tendo em vista que as medidas adotadas – tapete drenante e substituição dos sistemas de drenagem da água superficial – não terem funcionados, outras medidas foram tomadas.	Problemas recorrentes de drenagem indicavam a sobrecarga da BRF acima do suportável. Ocorriam devido à estratégia de expansão acelerada da produção.	Vulnerabilidade físico-estrutural
		2012: Construção de um novo sistema extravasor auxiliar constituído de tubos de PEAD com 1,2 m de diâmetro. A galeria principal e a secundária foram plugadas (p. 95 – Cap. III).	Anomalias e obras de reparação nas duas galerias, desde julho de 2010 até setembro de 2013, comprometeram parcialmente o sistema extravasor por mais de três anos. Isto aumentou os problemas de saturação, agravando o risco de liquefação. (p. 97 – Cap. III)	Vulnerabilidade físico-estrutural Vulnerabilidade político-institucional
4.7	Lago da grota da Vale S.A.	2013: Samarco elaborou Projeto Executivo para Drenagem do Pé da Pilha de Estéril da VALE, que não foi concluído. 2015: Após o desastre, o DNPM descobriu que a Vale S.A. depositava rejeitos na barragem de Fundão sem conhecimento do órgão fiscalizador de barragens (p. 98 – Cap. III) Quase 30% de todo rejeito depositado, entre os anos de 2008 a 2015, seriam provenientes da Vale S.A (p. 99 – Cap. III)	Agravou o problema de saturação e o risco de liquefação (2012-2015). Isto porque a água oriunda da drenagem interna da pilha de estéril da Vale S.A. formou um lago chamado de grota da Vale que aumentou a carga hidráulica na BRF (p. 97 – Cap. III)	Vulnerabilidade físico-estrutural Vulnerabilidade político-institucional

4.8	Recuo do eixo da barragem na ombreira esquerda (2012-2015)	2012/2013: Foi feito alinhamento da barragem na ombreira esquerda em direção ao reservatório. Desde então, os alteamentos foram feitos sobre a lama depositada nos anos de 2011 e 2012 (p. 70 – Cap. III). O recuo do eixo foi feito sem qualquer projeto ou cálculo de engenharia para garantir a segurança da nova geometria (p.116 – Cap. III). O projeto de retificação do eixo original: “previa a movimentação de um volume total de 2,5 milhões de m³ de rejeitos, durante 11 meses (até outubro de 2015), que foi calculado para atingir a cota 885 m” (p. 106 – Cap.III).	Este recuo do eixo da BRF foi o fator determinante para a ruptura da barragem ter começado na ombreira esquerda e não em outro local, conforme demonstrado pelos autores. (p. 70 – Cap. III)	Vulnerabilidade físico-estrutural
4.9	27 de agosto de 2014: Incidente com o talude da BRF anuncia a ruptura da barragem.	Equipe da Samarco identificou o Incidente com o talude com o início de um deslizamento do maciço na área do recuo junto à ombreira esquerda.	Havia diversas trincas no trecho recuado, tanto na crista do alteamento como no pé do talude do recuo, quanto dentro do reservatório, bem como, ocorria o início de saturação superficial da base. Trincas mais amplas do que as que ocorreram no ano anterior “se estendiam por detrás da crista da barragem, até o pé do recuo, abrangendo quase toda a superfície do talude (p. 104 – Cap. III)	Vulnerabilidade estrutural Vulnerabilidade político-institucional
4.10	05/11/2015: Rompimento da barragem de Fundão	Encadeamento de medidas ineficazes sem considerações às Normas Técnicas	Risco consumado: Rompimento da barragem de rejeitos de Fundão foi por liquefação.	

5 – A magnitude dos danos decorrentes do rompimento da BRF				
	ESPECIFICIDADE BARRAGEM FUNDÃO (BRF)	MEDIDAS DO EMPREENDEDOR (Samarco/Vale/BHP)	CRIMES E DANOS DA BARRAGEM FUNDÃO	TIPO DE VULNERABILIDADE
5.1	VALE, BHP e SAMARCO, eram os detentores da responsabilidade sobre a barragem de Fundão e deveriam garantir todos os aspectos de proteção integral à saúde, meio ambiente e zelo técnico para suportar o correto e seguro funcionamento da barragem.	O dever de cuidado dos responsáveis foi prejudicado em razão das omissões e falseamento dos controles executados pelos técnicos responsáveis e que denota que a omissão empresarial teve como motivo incremento da produção, dos lucros e dividendos.	O lançamento de resíduos sólidos e líquidos da barragem, após o seu rompimento, tratou-se de uma mistura de lama, minério e rejeitos, que efetivamente causou poluição nos amplos aspectos da proteção legal da lei Federal nº 6938/81, em seu artigo 3º, danos estes que afetaram a saúde humana, ocasionando a mortandade de animais e destruição da flora ao longo da Bacia do Rio Doce.	
		O volume de resíduos despejados, sua natureza de armazenamento além das diversas exigências obrigatórias da empresa em manter, operar, controlar, coordenar e agir no que concerne à proteção legal ambiental, foram vilipendiadas e assim permitiram que o alcance dos danos pela poluição.	A referida poluição, decorrente do lançamento de resíduos sólidos e líquidos, tornou áreas, urbanas e rurais, imprópria para a ocupação humana, causou poluição hídrica que gerou a necessária interrupção do abastecimento público de água de comunidades, dificultando e impedindo o uso público das praias, configurando o crime de poluição na sua forma qualificada, prevista no artigo 54, §2º, I, III, IV e V da Lei n.º 9.605/98	
			Dano de natureza ambiental, observando a pluma de rejeitos na chegada da foz do Rio Doce que atingiu região marinha frontal litoral dos Município de Linhares e Aracruz e que se estendeu por tanto outras centenas de quilômetros no mar.	

		Desde a época do licenciamento do empreendimento, de todos os riscos envolvidos na construção e operação da barragem de Fundão, os denunciados optaram por uma política empresarial de priorização de resultados econômicos em detrimento de práticas de segurança para o meio ambiente e para as pessoas potencialmente afetadas, assumindo todos os riscos da causação das mortes.	a) danos na economia regional (agricultura, pecuária, comércio, serviços e pesca); b) danos a infraestrutura públicas e privadas; e c) danos humanos, este último inserido nas escalas regionais proposta.	
			- Crime – Inundação: Código Penal, art. 264; - Crime desabamento/desmoronamento: Código Penal, art. 256; - Crime – homicídio: Código penal Art. 121-§2º, I, III e IV. - Crime: lesão corporal: Art. 70; Art. 129-§1º, I e II e Art. 129-§7º	
		O Plano de Ações de Emergenciais (PAE) não foi colocado em prática no dia do acidente, mostrou-se falho e burocrático, prevendo apenas o uso de telefones para a comunicação de incidentes na barragem em uma área de difícil sinal de telefonia celular. A SAMARCO não implantou qualquer sistema de alarmes sonoros ou outra forma eficaz de comunicação na hipótese de acidentes, de modo a alertar a tempo os funcionários e terceirizados que trabalhavam nas imediações da barragem, bem como as comunidades a jusante. Também não instituiu canais efetivos de comunicação com os funcionários e população de jusante em caso de sinistro com a barragem, assim como não promoveu treinamento adequado aos envolvidos, de forma a	O rompimento da barragem impossibilitou as condições de subsistência e vida cultural das comunidades indígenas e ribeirinhas ao longo do rio que usufruíam da Bacia do Rio Doce por ser um ecossistema.	

		orientá-los como se portar em situações de emergência.		

APÊNDICE 3

CAPÍTULO IV - 4 ASPECTOS NORMATIVOS INSTITUCIONAIS E OPERACIONAIS

Achados das auditorias do TCU e do TCE – Minas Gerais

1 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016)
Cadastramento de barragens de rejeitos de mineração
Baixa confiabilidade dos dados cadastrados
“Apurou-se que, no processo de cadastramento das barragens de rejeitos, os dados fornecidos pelos empreendedores são meramente declaratórios e sua conferência, pela Autarquia, dá-se somente durante as ações de fiscalização <i>in loco</i> (vistorias). Por conseguinte, os dados cadastrados carecem de confiabilidade, resultando em vulnerabilidade e fragilidade da própria classificação das barragens, notadamente quanto ao risco crítico” (p. 57).
Faltam instrumentos tecnológicos para averiguar as informações do empreendedor
“ O DNPM não dispõe de meios e instrumentos concretos, como o uso de <i>softwares</i> de georreferenciamento, serviços de imagens por satélite ou tecnologias como veículos aéreos não tripulados (<i>Vants</i>), além de cruzamento de dados ou vínculos de cooperação com órgãos ambientais ou universidades, para auxiliar na verificação e conferência sistemática e rotineira da veracidade dos dados informados no cadastro pelos empreendedores” (p. 19).
Falta controle efetivo das declarações anuais no RAL
“Acerca de qualquer alteração nos dados requeridos no cadastramento, não há controle efetivo do órgão fiscalizador de que esse requisito esteja sendo, de fato, cumprido. A razão disso é que o sistema RAL não possui funcionalidades de emissão de alertas ou notificações que sinalizem ao DNPM alterações eventualmente realizadas ou que permitam identificar facilmente as informações divergentes” (p. 19).
Falta monitoramento <i>pari passu</i> das atualizações cadastrais
“Do total do cadastro de barragens de rejeitos de mineração no Brasil inseridas na PNSB, tão somente 41% já foram vistoriados ao menos uma vez pelo DNPM, dado este especialmente relevante em se considerando a diretriz de elaborar planejamento de longo prazo com vistas a abarcar a totalidade de barragens em quatro anos” (p. 29). “Devido ao fato de o tratamento dos dados cadastrados pelos empreendedores realizar-se manualmente, o monitoramento <i>pari passu</i> dessas atualizações torna-se bastante dificultoso para o DNPM” (p.19). “Não há sistema ou ferramenta que emita alertas informando ao DNPM, por exemplo, sobre a inadimplência dos empreendedores quanto à entrega de documentos. Na prática, uma mesma base de dados poderia, por exemplo, confrontar, automaticamente, as declarações entregues com as barragens cadastradas no sistema RAL, otimizando, pois, a atuação do DNPM” (p. 23).
Fiscalização por amostragem
Em face do rol de atribuições a cargo da Difis e das limitações de recursos humanos e financeiros, a autarquia não tem como fiscalizar anualmente todas as barragens de rejeitos existentes no País. Por essa razão, segundo esclarecido, a fiscalização é realizada por amostragem com base em critérios de prioridade que não se restringem apenas à classificação de risco, ou seja, também são levados em conta critérios da classificação por dano potencial associado ou, ainda, as barragens sem a declaração de estabilidade emitida ou emitida sem garantir a estabilidade da estrutura (p. 29-30).
Conclusão da auditoria sobre este quesito
“Toda essa situação implica que o processo de cadastramento das barragens de rejeitos de mineração não garante a confiabilidade e a veracidade de seus dados. Nesse particular, o

DNPM deveria ter instrumentos e meios concretos para verificar, rotineiramente, as informações declaradas pelos empreendedores. E tal fato torna-se ainda mais relevante tendo em vista que esses dados servem de base para a classificação de risco dessas estruturas, a qual, por sua vez, como será detalhado adiante, é usada como referência para selecionar as barragens a serem fiscalizadas. Assim, assumindo que quanto mais gravosa a classificação de risco de uma estrutura maior a probabilidade de ela ser fiscalizada, há possibilidade de os empreendedores tentarem, durante o cadastramento, minimizar os riscos de sua estrutura e, por conseguinte, a sua classificação, impactando o controle do DNPM" (p. 20).

2 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016)

Gestão da Informação - controle, avaliação e retroalimentação do processo pelo DNPM

Ausência de sistema administrativo de gestão da informação para armazenamento e processamento digital integrado

A gestão das informações sobre segurança de barragens de rejeitos no Brasil é feita de forma precária e não há meios que permitam o armazenamento e o tratamento integrado dos dados recebidos, tampouco a geração de informações de cunho gerencial, uma vez que os dados decorrentes das fiscalizações permanecem regionalizados e fragmentados dentro de cada superintendência, prejudicando uma visão global, pelo DNPM, da situação da segurança de barragens de rejeitos no Brasil (p. 58).

Do ponto de vista da tecnologia da informação, inexistem sistemas eletrônicos, por exemplo, que armazenem numa mesma base todos os dados relevantes a respeito das barragens de rejeitos. Toma-se o caso dos extratos de inspeção, que são encaminhados via sistema RAL, ao passo que as declarações são protocolizadas nas superintendências ou enviadas por correio eletrônico (p. 23).

Ausência de sistema administrativo para controle e avaliação das informações recebidas

Do ponto de vista do cumprimento das metas institucionais, verificou-se que a Difis tem conhecimento apenas da quantidade de fiscalizações realizadas pelas superintendências e não possui qualquer informação de caráter qualitativo, tal como: barragem fiscalizada; sua classificação de risco, ou principais resultados advindos; não conformidades encontradas ou recomendações / autuações exaradas pelas equipes de fiscalização (p. 37)

Inexiste, também, mecanismo concreto que permita ao órgão central do DNPM aferir e controlar a qualidade das fiscalizações realizadas por suas superintendências, como, por exemplo: o grau de aderência dos procedimentos empregados ao Manual de Fiscalização; os relatórios ou pareceres técnicos elaborados; os critérios utilizados e o nível de profundidade das análises proferidas quanto à inspeção visual e à análise dos documentos de cada barragem (p. 37).

Até a realização da presente auditoria, o DNPM não detinha, de forma compilada, as informações a respeito das barragens inseridas na PNSB que já haviam sido, em algum momento, vistoriadas, nem qualquer informação acerca do perfil dessas estruturas quanto à classificação de risco ou ao dano potencial associado, por exemplo. As estatísticas acerca do percentual total de barragens fiscalizadas, percentual por categoria de risco, e outras, foram levantadas por esta equipe solicitando-se as informações, separadamente, a cada superintendência (p. 37).

Falta procedimento de retroalimentação das informações

Não há procedimento de retroalimentação das informações disponíveis e/ou geradas ao longo do próprio macroprocesso de fiscalização da segurança de barragens (p. 38).

A ausência de sistemas informatizados para o armazenamento inteligente de dados e a gestão da informação e de documentos prejudica a análise das informações de cada barragem e o acompanhamento, tanto no âmbito de cada superintendência, quanto pela própria Difis, acerca das vistorias realizadas, para fins de controle quanto à aderência às diretrizes e avaliação de sua qualidade e seus resultados (p. 38).

3 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016) Classificação de risco de barragens de rejeitos de mineração
Faltam meios e instrumentos para a classificação do risco das barragens
A classificação de risco das barragens de rejeitos no Brasil decorre de informações declaradas unilateralmente pelo minerador, em regra sem análise crítica ou tratamento pelo DNPM, o que implica baixa confiabilidade desses dados e, por conseguinte, da própria classificação das barragens (p. 55). O DNPM não tem capacidade para verificar as informações declaradas pelos empreendedores e analisar se eram razoavelmente corretas as classificações de risco das barragens sob sua jurisdição (p. 21). O DNPM não dispõe de meios e instrumentos concretos para, efetivamente, auxiliar na verificação e conferência sistemática, rotineira e tempestiva da veracidade dos dados informados no cadastro pelos empreendedores (p. 21).
Classificação de risco sem considerar outros aspectos relevantes da barragem
Classificação de barragens quanto ao risco crítico, não considerando, explicitamente, outros aspectos relevantes, tais como dano potencial associado, resultados advindos de fiscalizações anteriores ou informações contidas nos próprios documentos encaminhados periodicamente ao DNPM (p. 58).
Classificação de risco sem monitoramento do estado de conservação da barragem
O controle exercido pelo DNPM acerca da classificação das barragens possui fragilidades, notadamente quanto ao risco crítico dessas estruturas, visto que este se relaciona aos aspectos estruturais da barragem, mais passíveis de alterações ao longo do tempo. Além disso, essas fragilidades impactam o processo de fiscalização da segurança de barragem exercido pelo DNPM como um todo (p. 21).
Classificação de risco baseada exclusivamente na declaração dos empreendedores
Identificou riscos à segurança das barragens para deposição de rejeitos de mineração do País, em razão da precariedade e das fragilidades do processo de fiscalização realizado pelo DNPM, nos termos circunstanciados no presente relatório, em especial quanto à vulnerabilidade e à fragilidade da classificação das barragens de rejeitos no País, mormente quanto ao risco crítico dessas estruturas, tendo em vista que a classificação se baseia exclusivamente em dados declaratórios fornecidos pelos empreendedores no processo de cadastramento de barragens e sua conferência pela Autarquia dá-se tão somente durante as ações de fiscalização <i>in loco</i>, se e quando realizadas (p. 60).
Mudanças no DNPM após os erros da classificação da barragem de Fundão
No caso do DNPM, em resposta ao acidente ocorrido em Mariana/MG, a Autarquia está reavaliando os critérios de análise de risco atualmente empregados na classificação das barragens de mineração, bem como melhorias na legislação vigente, mediante, inclusive, contratação de assessoria especializada. Nesse sentido, entre os produtos a serem entregues pela empresa contratada (Geoestável Consultoria e Projetos) estão a avaliação do cadastramento e a classificação das barragens de rejeito de mineração realizadas pelo DNPM e a avaliação dos procedimentos normatizados pelo DNPM, incluindo proposições, se for o caso, de aperfeiçoamento da legislação (p.17-18).

4 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016) Documentos produzidos e encaminhados pelo empreendedor
Documentos relativos à barragem de Fundão foram enviados pela Samarco
Informações coligidas nesta auditoria evidenciam a situação da Barragem do Fundão e da empresa Samarco Mineração S.A. perante os dispositivos legais e regulamentares de regência (p. 50). A empresa protocolizou, em 8/10/2012, na Superintendência do Estado de Minas Gerais, o cronograma de implantação do plano de segurança da barragem, documento obrigatório para as barragens já existentes antes de 22/9/2012, consoante a Lei 12.334/2010 e a Portaria DNPM 416/2012 (p.50). Registros no processo indicam que esse documento fora analisado pelo DNPM e julgado satisfatório em 25/10/2012. Tendo em vista que o prazo definido na Portaria era 20/9/2012, a entrega pela Samarco deu-se de forma intempestiva e a empresa foi autuada pelo órgão fiscalizador. Entretanto, convém ressaltar que a emissão do auto de infração correspondente deu-se apenas em abril de 2014, conforme consignado nos respectivos autos (p. 50).
Declaração de condição de estabilidade da barragem de Fundão
A barragem encontrava-se adimplente com as exigências de ter sua estrutura declarada no sistema RAL, desde 2012, e de manter registros das fichas de inspeções regulares realizadas em periodicidade quinzenal, a partir de novembro daquele ano, também em consonância com a Portaria DNPM 416/2012 (p. 50). A empresa não enviou a primeira declaração de condição de estabilidade ao DNPM, o que deveria ter sido feito até 31/3/2013. Como consequência, a Diretoria de Fiscalização do DNPM enviou memorando à Superintendência de Minas Gerais para que exarasse autuação à empresa, o que foi feito em 27/11/2014. Quanto às declarações de condição de estabilidade correspondentes aos anos de 2014 e 2015, estas foram protocolizadas tempestivamente pela Samarco (p. 50). Todas as declarações atenderam ao modelo estabelecido pela Portaria DNPM 416/2012 e atestavam expressamente a estabilidade tanto física do maciço quanto em relação ao dimensionamento hidráulico (p. 50). Em 2015, ano do acidente, a Samarco realizou a inspeção anual de segurança com auxílio de empresa especializada, cujo relatório, apensado ao PSB, concluiu tecnicamente pela segurança da estrutura, levando à elaboração da declaração de condição de estabilidade correspondente (p. 52).
Extratos das inspeções especiais e extratos de inspeções regulares da barragem de Fundão
A Samarco Mineração S.A. realizou, desde a vigência da Portaria DNPM 416/2012, as inspeções quinzenais e não houve execução de inspeção especial de segurança de barragem, pelo fato de, de acordo com a empresa, não ter ocorrido situação com anomalia [cuja pontuação a obrigasse]. O Relatório de Inspeção Regular dos anos de 2013, 2014 e 2015 estavam contidos no PSB quando da vistoria, com as respectivas ARTs (p. 52). A análise do conteúdo do relatório de inspeção anual regular referente ao ano de 2015 e que embasou a declaração de condição de estabilidade deste mesmo ano contém informações técnicas relevantes acerca das condições estruturais e de segurança da barragem. De modo geral, identificaram-se questões pontuais acerca de necessidades de revegetação ou poda em alguns pontos dos taludes, obstrução de trechos de canaletas de drenagem, ponto de saturação em talude e alguns pontos de erosão na estrutura. Além disso, o documento continha referência às condições de registros dos instrumentos, indicando que alguns instrumentos registraram passagens ou se mantinham em condições de alerta, atenção e emergência, a semelhança das observações levantadas pelo DNPM após o acidente (p. 52). Demais disso, análise do PSB da barragem, após o rompimento, indicava que a empresa mantinha rotinas regulares de inspeção – periodicidade quinzenal - e seus registros (fichas apensas ao plano) não apontavam evidências ou indícios de situações que prontamente comprometessem a segurança ou a estabilidade da estrutura, tampouco indicavam eventuais

risco de ruptura. Corroborar essa condição, inclusive, ficha da inspeção regular datada de 1/11/2015 (peça 40), ou seja, dias antes da ocorrência do acidente (p. 53).
Revisão periódica da segurança da barragem de Fundão
Quanto à revisão periódica de segurança, não foram constatadas pendências da Samarco. Isso porque a empresa deveria executar a revisão até a data de 20/9/2019, prazo este definido em decorrência de sua classificação na classe C da matriz Risco crítico x DPA, ou se tivesse executado alteamentos ou modificações na classificação dos rejeitos depositados na barragem, no caso de ambas as situações não estarem previstas em seu projeto original e na última licença ambiental (p. 50). No caso específico da Barragem do Fundão, segundo esclarecido pelo DNPM, a Samarco vinha executando alteamento de sua estrutura até a cota de 920 metros, a qual já se encontrava prevista no projeto constante do PSB. Por esse motivo, esse alteamento não gerou a necessidade de realização da revisão da segurança (p.50).
Conclusão da auditoria em relação à documentação da barragem de Fundão
Informações coligidas por esta equipe de auditoria, baseadas nos esclarecimentos prestados pelo DNPM e nos documentos referentes à empresa Samarco Mineração S.A., evidenciam que a Barragem do Fundão, de forma geral, atendia às disposições regulamentares, tendo em vista possuir plano de segurança e realizar, rotineiramente, as inspeções regulares de segurança (p. 52).

5 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016) Análise da documentação pelo órgão fiscalizador
Falta de análise sistemática e rotineira dos documentos recebidos pelo DNPM
Apesar de o DNPM receber de forma periódica os documentos supracitados, esta auditoria verificou que inexistia a prática ou procedimento de trabalho para a sua análise sistemática, ou seja, constatou-se que, de forma geral, o DNPM não analisa rotineiramente os documentos recebidos dos empreendedores, ainda que para fins de verificar o estrito cumprimento de obrigação legal (p. 22). Esses documentos são inseridos diretamente nos respectivos processos minerários, que são físicos, permanecem no arquivo da Superintendência e são verificados, em regra, apenas previamente à realização de procedimentos de vistoria (fiscalização <i>in loco</i>) naquele determinado empreendimento (p. 22). “O Departamento argumenta que a carência de mão de obra dificulta a implementação efetiva de rotina de análise documental, tendo em vista que, como visto, esse processo carece de procedimentos automatizados e depende do uso intensivo de recursos humanos” (p. 23).
Omissão do DNPM quanto às irregularidades do PAE da Barragem do Fundão
No tocante ao PAE, a análise do DNPM constatou as seguintes discrepâncias em relação às disposições regulamentares da Portaria DNPM 526/2013 (peça 42, p. 55-59): a) assim como o PSB, o documento encontrava-se no escritório de Geotécnica da empresa, não sendo este o local mais próximo da barragem, em desacordo ao art. 6º, §2º da Portaria; b) o PAE continha o fluxograma e os procedimentos de notificação, porém não continha a forma de comunicação com a equipe de segurança da barragem, tampouco com a Zona de Autossalvamento (ZAS), em desacordo com o art. 6º, inciso IV da Portaria; c) o mapa de cenários e o estudo de cenários, os quais deveriam compreender os possíveis impactos a jusante no caso hipotético de ruptura, não correspondiam à situação verificada após o rompimento, em desacordo com o art. 6º, inciso VI da Portaria; d) a relação das autoridades públicas que receberiam a cópia do plano, bem como os respectivos protocolos de seu recebimento, não constavam dos anexos do PAE, em desacordo com o art. 7º, parágrafos 3º e 4º; e) ausência dos registros dos treinamentos e simulações de emergência em conjunto com as prefeituras e demais

instituições indicadas pelo governo municipal, bem como dos registros de treinamentos internos, em desacordo com o art. 11, incisos II e III da Portaria; f) não constavam do PAE a estratégia e o meio de divulgação e alerta, de forma rápida e eficaz, à população potencialmente afetada da ZAS, em desacordo com o art. 17 da Portaria (p. 51). Entende-se que a atuação do órgão fiscalizador não foi capaz de garantir a observância, por parte da Samarco, dos padrões de segurança estabelecidos pela Portaria DNPM 416/2012 e, principalmente, pela Portaria DNPM 526/2013, relativa ao PAE. Mormente no caso das irregularidades identificadas quanto ao PAE da Barragem do Fundão, a omissão da Autarquia pode ter concorrido para a ineficácia, na prática, desse instrumento para a mitigação dos efeitos gravosos resultantes do acidente (p. 56).
Falta de procedimento do DNPM para assegurar o cumprimento do Plano de Segurança da barragem de Fundão
Em relação aos planos de segurança e planos de ação de emergência, a legislação não exige que eles sejam aprovados pelo DNPM, apenas obriga que sejam elaborados pelo empreendedor e estejam disponíveis nas instalações da barragem (ou no local mais próximo a ela). Especificamente quanto ao PSB, a Portaria DNPM 416/2012 dispõe que ele deve ser elaborado até o início da operação da barragem. Não obstante essa exigência, o DNPM não possui procedimento de trabalho de análise tempestiva que assegure seu efetivo cumprimento pelos empreendedores (p. 22). Sobre o PSB, foi verificado que o documento não se encontrava no local mais próximo à barragem, em desacordo com o disposto no art. 10 da Portaria DNPM 416/2012. Verificou-se, ainda, ausência do cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos e seus respectivos registros, os quais deveriam compor, respectivamente, os Volumes II e III do PSB. Nos termos do relatório emitido pelo DNPM, ‘por se tratar de uma [barragem de mineração] com equipamentos de mensuração que explicitarão dados de diversos equipamentos, [...] alguns manuais e outros automáticos, a calibração destes instrumentos é de extrema importância. A empresa deverá ser autuada por estas ausências’ (p. 51).
Falta de especialista no DNPM para atuação em relação à carta de risco enviada pela Samarco
Além desses aspectos de conformidade referentes ao PSB e ao PAE, o DNPM também analisou, em 10/11/2015, a carta de risco da Barragem do Fundão, juntamente com as leituras dos instrumentos. Na ocasião, foi observado que existiam alguns instrumentos que indicavam alerta, atenção e emergência, e, portanto, sinalizavam problemas de drenagem interna desde algum tempo (há registros de 2012, 2013 e 2014). Entretanto, segundo fez constar a autarquia, seria necessária análise mais aprofundada por especialista em instrumentação para emissão de um laudo sobre tais observações (p. 51).
Falta de procedimento do DNPM para averiguar as inspeções regulares de segurança e as declarações de condição de estabilidade
“Constatou-se, ainda, ausência de procedimentos para análise sistemática e tempestiva dos documentos exigidos dos empreendedores, em especial os extratos das inspeções regulares de segurança e as declarações de condição de estabilidade, o que limita sobremaneira o conhecimento, o tratamento e o uso das informações disponíveis ao DNPM sobre aspectos relevantes da segurança das barragens (p. 57).
Falhas e omissões do DNPM no controle dos padrões de segurança da barragem de Fundão
“Especificamente quanto ao acidente ocorrido na Barragem do Fundão, sob administração da empresa Samarco Mineração S.A., 5/11/2015, em Minas Gerais, conclui-se que a atuação do DNPM foi falha e omissa, em razão de ela não ter sido capaz de garantir o controle acerca da implantação, pelo empreendedor, dos padrões de segurança estabelecidos na PNSB, em especial em relação ao plano de ação de emergência (PAE), documento de fundamental importância para mitigar danos em situações de acidentes” (p. 58-59).
Conclusão da auditoria sobre este quesito
Ademais, cabe reforçar que a omissão fiscalizatória da Superintendência/MG não difere da situação encontrada em relação às demais superintendências da Autarquia. Nesse sentido, a precariedade da ação fiscalizatória por parte do DNPM decorre da ausência de ações

estruturantes, que, paulatinamente, vem comprometendo a capacidade operacional e de execução do Departamento” (p. 56).

“Dessa forma, a Superintendência/MG enquadra-se no contexto geral e enfrenta as mesmas limitações e dificuldades de realizar a contento suas atribuições elencadas na legislação de segurança de barragens de rejeitos de mineração. Logo, a omissão fiscalizatória quanto à barragem do Fundão não está diretamente relacionada com os processos de trabalho da Superintendência de MG, mas encontra guarida nos diversos problemas ao processo, em termos gerais, de fiscalização de barragens pelo DNPM” (p. 56).

“Bem certo que a responsabilidade legal de assegurar a segurança da barragem é do empreendedor e que ao DNPM cabe assegurar a gestão de segurança dessas estruturas. Nesse cenário, pode-se inferir que sua atuação fiscalizatória falha e omissa quanto ao seu dever de monitorar e acompanhar as ações empregadas pelos responsáveis pela barragem não contribuiu para assegurar a gestão da segurança, e dessa forma, tampouco para evitar a tragédia ou seus efeitos graves” (p. 59).

6 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016)

Ações de fiscalização *in loco* (vistorias)

As diretrizes da DIFIS para as vistorias se restringiam ao risco crítico

“A partir da análise dos planos de fiscalização elaborados pela Difis para os anos de 2014 e 2015, observa-se que as diretrizes para o planejamento das vistorias têm se restringido à classificação por risco crítico e não considera, de forma explícita, outros aspectos relevantes para a seleção das estruturas a serem fiscalizadas, tais como barragens sem estabilidade atestada, a classificação por dano potencial associado, os resultados advindos de outras fiscalizações ou informações contidas nos documentos encaminhados regularmente pelos empreendedores, como a declaração de condição de estabilidade e os extratos de inspeções regulares” (p. 26-27).

“Do ponto de vista da classificação de barragens por dano potencial associado, a situação encontrada é que, entre 2012 e 2015, 66% das vistorias representaram fiscalizações em barragens com alto DPA e, do total de 185 estruturas cadastradas dessa categoria no Brasil, 52% foram fiscalizados” (p. 27).

“Analisando de outra perspectiva, se o cenário de vistorias no mesmo período considerar a classificação da matriz Risco crítico x DPA, contabiliza-se que apenas 28% das barragens enquadradas na categoria A, ou seja, simultaneamente de alto risco e alto dano potencial, foram alvo de fiscalização da Autarquia (no horizonte 2012-2015)” (p. 27-28).

A prioridade de vistorias em barragens de alto risco não era efetivamente cumprida pelas superintendências regionais

“As diretrizes da Difis exaradas nos planos de fiscalização, que buscam priorizar ações em barragens de alto risco crítico, embora representem um critério relevante e denotem seriedade na atuação da Diretoria, não são seguidas plenamente pelas superintendências regionais no planejamento e na execução de suas vistorias” (p. 27).

“Muito embora o plano elaborado pela Difis oriente no sentido de se priorizarem vistorias em barragens classificadas como de alto risco, verificou-se que, de fato, esse planejamento não é cumprido de forma rígida. No próprio estado de Minas Gerais, onde ocorreu o acidente, das seis estruturas classificadas como de alto risco, duas ainda não foram, desde 2012, sequer fiscalizadas pelo DNPM, assim como não passaram por vistorias as duas barragens classificadas como de médio risco” (p. 55).

“Assim, de acordo com as novas informações, em 2014 e 2015, foram realizadas 14 vistorias em barragens de rejeitos naquela unidade federativa. Do ponto de vista da PNSB, foram realizadas três vistorias, as quais abrangeram 50% (duas) das barragens daquele Estado inseridas na Política” (p. 30).

Superintendência de Minas Gerais possuía o maior número de barragens na PNSB
“A Superintendência do Estado de Minas Gerais é a que possui sob sua jurisdição o maior número de barragens de rejeitos inseridas na PNSB, a saber, 220 estruturas cadastradas. Desse total, 144 (cerca de 65%) não foram vistoriadas sequer uma única vez entre 2012 e 2015. Considerando a classificação de riscos, 67% das barragens de alto risco e 44% das de alto dano potencial associado foram fiscalizadas e, pela classificação nas categorias da matriz Risco crítico x DPA, todas as barragens da classe A passaram por vistorias” (p. 30).
Após o desastre as barragens da Samarco foram vistoriadas pelo DNPM
“A Autarquia de fato analisa a situação das barragens apenas quando da realização das vistorias. Em outras palavras, se a barragem não foi vistoriada recentemente, como foi o caso da Barragem do Fundão, cuja última vistoria data de 2012, deduz-se que o órgão fiscalizador não possui garantias acerca da situação atualizada sobre a sua segurança” (p. 55). “As 48 vistorias executadas pela Superintendência em 2015, 34, ou seja, 71%, relacionaram-se às barragens pertencentes à empresa Samarco Mineração S.A. e foram realizadas somente após o acidente com a Barragem do Fundão, nos meses de novembro e dezembro” (p. 32).
Manual de Fiscalização não garantia a padronização das vistorias das barragens
“Outra constatação referente ao Manual de Fiscalização é que, assim como se verificou na fase de planejamento acerca dos planos de fiscalização elaborados pela Difis, não há garantia de que ele esteja sendo utilizado quando da realização das vistorias pelos técnicos das superintendências regionais. Desse modo, o DNPM carece de instrumento que garanta, efetivamente, padronização mínima das vistorias que vem sendo executadas (p. 36).
Limitação de conhecimento técnico e expertise no âmbito do DNPM
“As atribuições conferidas à área de fiscalização do DNPM para o cumprimento dos requisitos exigidos pela PNSB revelaram a necessidade de especialização do corpo técnico em segurança de barragem de mineração, principalmente para a análise técnica dos empreendimentos, durante a realização de vistorias <i>in loco</i> e para a avaliação dos documentos apresentados pelos empreendedores” (p. 49). “A razão identificada para essa ausência de critérios e instrumentos de padronização da execução das vistorias de barragens foi a própria limitação de conhecimento técnico e expertise no âmbito do próprio DNPM, o qual vem, paulatinamente, se aperfeiçoando enquanto órgão fiscalizador da segurança de barragens de rejeitos, e isso inclui a melhoria de seus métodos e processos” (p. 36). “Disso resulta a efetiva ausência de mecanismos concretos de padronização dos procedimentos de trabalho a serem utilizados por todos os técnicos envolvidos na fiscalização da segurança de barragens – critérios mínimos acerca dos documentos analisados, modelos de relatórios (de uso obrigatório), etc. – e, por conseguinte, a ausência de instrumentos para avaliar e aferir a qualidade das vistorias que vêm sendo realizadas no âmbito de cada superintendência regional” (p. 36).
Conclusão da auditoria sobre este quesito
“Em relação às vistorias, a equipe detectou fragilidades: as superintendências regionais não participam do planejamento das fiscalizações nem seguem as diretrizes da Diretoria de Fiscalização da Atividade Minerária – Difis; não existe rotina de planejamento e de elaboração de plano de fiscalização; não há interação entre as regionais e a Difis; além de inexistir instrumentos de padronização de procedimentos de trabalho” (p. 4). “Por esse motivo, uma vez mais, não se entende plausível individualizar condutas (especialmente omissivas) no presente caso, visto que a precariedade e a vulnerabilidade do controle perpassam todo o processo de fiscalização levado a cabo pela Entidade. Nesse sentido, a omissão quanto à fiscalização da barragem de rejeitos do Fundão não está relacionada somente com as ações executadas pela Superintendência de Minas Gerais, mas

com os procedimentos gerais adotados pela Autarquia para a fiscalização de barragens de rejeitos de mineração” (p. 59).

7 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016)	
Estrutura de recursos humanos	
Falta de recursos impacta o desempenho do órgão fiscalizador	
Quanto à estrutura orçamentária e financeira e de recursos humanos, verificou-se que o DNPM possui limitações significativas que podem impactar seu desempenho enquanto órgão fiscalizador do setor minerário no Brasil (p. 58).	
Defasagem no preenchimento dos cargos da Autarquia	
“A Lei 11.046, de 27/12/2004, estabeleceu o plano de carreira (PCC) e o plano especial de cargos (PEC) do DNPM e criou o quantitativo de 1.200 cargos para a carreira, sendo seiscentos cargos de especialistas em recursos da mineração, duzentos de analista administrativo, duzentos de técnico em atividades da mineração e duzentos de técnico administrativo. Das 1.200 vagas criadas, atualmente, 450 estão ocupadas. Apesar da autorização do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP) para preenchimento de 556 vagas, não houve liberação do próprio Ministério para a nomeação de candidatos aprovados e, por consequência, preenchimento das vagas autorizadas remanescentes (106), por força da Portaria MP 39, de 28/3/2011” (p. 46).	
Superintendência de Minas Gerais tem a situação mais grave	
Segundo estimativas do DNPM, o atual quadro de servidores da Autarquia equivale a 62% do total que ela deveria ter para a adequada realização de suas atividades finalísticas. A Superintendência de Minas Gerais, ainda conforme o estudo promovido pela Autarquia, está com o maior déficit de servidores. Atualmente, conta com 79 servidores, enquanto seriam necessários 384 para atender a demanda de trabalho daquela Unidade (p. 47).	
O problema já havia sido apontado pelo TCU. Em levantamento realizado em 2011 (TC 005.711/2011- 8), verificou-se que o DNPM, em 1989, quando integrava a estrutura do Ministério de Minas e Energia, contava com 1.430 servidores. Em 2005, já transformado em autarquia, o órgão possuía apenas 811 servidores efetivos. O déficit de mão de obra foi agravado com a implementação da PNSB, responsável pelo incremento de atribuições à autarquia, como já mencionado” (p. 4-5).	
Papel do Ministério de Minas e Energia (MME)	
“Outrossim, impende destacar a debilidade da estrutura administrativa da Autarquia, do ponto de vista orçamentário e financeiro e de recursos humanos, o que implica também ponderar acerca do papel que vem sendo desempenhado pelo órgão setorial (MME) no estabelecimento de diretrizes, prioridades e objetivos setoriais e na própria supervisão ministerial que lhe compete” (p. 59).	

8 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCU (2016)
Estrutura orçamentária e financeira
Declínio progressivo das despesas relativas às atividades de fiscalização
Nos últimos dez anos, o total autorizado no orçamento da autarquia aumentou 195%, passando de pouco mais de R\$ 110 milhões, em 2005, para a cifra de cerca de R\$ 329 milhões, em 2015. O período de maior incremento orçamentário compreendeu os anos de 2010 a 2012, quando atingiu o pico de mais de R\$ 346 milhões (p. 40)

Não obstante esse incremento, ao se discriminar o orçamento em despesas obrigatórias e discricionárias, é possível observar que, desde 2010, houve declínio progressivo do total autorizado para as despesas discricionárias do DNPM, nas quais se incluem as relativas as suas atividades de fiscalização (p. 40).

Convém demonstrar, ainda, a discrepância verificada entre o orçamento autorizado para as despesas discricionárias e o efetivamente executado. O grau de execução dessas despesas manteve-se praticamente estável no período e a queda progressiva do montante autorizado vem se aproximando do nível efetivo de execução. Entre 2012 e 2015, as despesas discricionárias representaram, em média, 22% da execução orçamentária do DNPM (p. 41)

Ausência de orçamento específico para a fiscalização de barragens

Não há orçamento específico para a fiscalização da segurança de barragens e, portanto, o orçamento referente às ações de fiscalização engloba, além da fiscalização de barragens, todas as demais, como as relativas às minas subterrâneas e à CFEM (p. 44).

A fiscalização representa 5% do orçamento

Nos anos de 2011, 2014 e 2015, houve grande diferença entre os recursos totais e os efetivamente autorizados e tal disparidade é explicada, mais uma vez, segundo o DNPM, pela não concessão de limite de empenho, pela SOF/MP, às emendas parlamentares. Cotejando os montantes executados nas ações de fiscalização com o total executado das despesas discricionárias, tem-se que a fiscalização representou, em média, entre 2012 e 2015, apenas 5% deste universo. Cumpre ressaltar ainda o baixo índice de execução orçamentária no ano de 2015. Enquanto nos anos anteriores executou-se, em média, 87% do total do orçamento liberado, em 2015 o percentual foi de apenas 46%. Segundo o DNPM, a diferença decorreu da reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a ação no primeiro semestre de 2015. Isso porque o custo da atividade concentra-se, essencialmente, na emissão de diárias aos agentes técnicos e motoristas, material de consumo para combustíveis e pedágios, serviços eventuais com a viatura em deslocamento e emissão de passagens aéreas para deslocamento de equipes em apoio técnico a unidades e em regiões com alvos distantes. Desse modo, a ação só consegue obter boa execução se a disponibilidade orçamentária e, sobretudo, financeira, obedecer a regularidade mensal durante o ano de exercício (p. 42).

Contratação emergencial de empresa de assessoria para subsidiar tecnicamente as decisões de competência da Autarquia em MG

Em 2015, houve suplementação emergencial ao orçamento do DNPM de R\$ 9 milhões, para ações decorrentes do rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Parcela desse valor, cerca de R\$ 4 milhões, foi utilizada para contratar empresa de assessoria técnica especializada para apoiar na força-tarefa organizada pela Autarquia para fiscalizar as 220 barragens de rejeitos inseridas na PNSB daquele Estado. O serviço contratado inclui a elaboração de relatórios técnicos especializados sobre cada barragem fiscalizada para subsidiar tecnicamente as decisões de competência da Autarquia (p. 45).

Falta estudos no MME sobre as necessidades reais do setor mineral

No caso do DNPM, entretanto, verificou-se que o MME utiliza, em regra, corte linear para contingenciar os orçamentos de suas unidades, sem qualquer estudo prévio de prioridades setoriais ou capacidade operacional dos órgãos e entidades a ele vinculados. Normalmente é adotado o mesmo critério dos órgãos centrais, utilizando como ponto de partida para a distribuição interna a fixação de um mesmo percentual de contingenciamento para as unidades orçamentárias (p. 45).

Destaca-se, nesse ponto, ausência, por parte do MME, de estudos técnicos ou levantamentos a respeito das reais necessidades do setor de mineração no Brasil. Soma-se a isso o entrave causado pela indefinição do novo marco regulatório da mineração e a expectativa de transformação do DNPM em agência reguladora (p. 45)

Como resultado, observa-se que a estrutura orçamentária e financeira do DNPM pode limitar a atuação finalística da autarquia, comprometendo o seu desempenho enquanto órgão fiscalizador do setor de mineração no Brasil, incluindo o controle sobre a segurança de barragens de rejeitos (p. 45).

Conclusão sobre este quesito
“Em suma, verificou-se que a gestão orçamentária e financeira do DNPM possui limitações que prejudicam sua atuação finalística e comprometem seu desempenho enquanto órgão regulador e fiscalizador da atividade de mineração no Brasil. Tais limitações referem-se, sobretudo, ao orçamento decrescente das despesas discricionárias, ao descompasso temporal dos repasses financeiros, que impactam o desempenho das atividades de fiscalização, incluindo a da segurança de barragens de rejeitos de mineração, e à alteração, em 2015, da fonte de recursos, quando a totalidade das despesas discricionárias passou a ser custeada por recurso do Tesouro (p. 45).

1 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCE Minas Gerais (2016)
Gestão Ambiental
Instrumentos de planejamento e gestão ambiental
A gestão ambiental conta com diversos instrumentos, a exemplo da Avaliação Ambiental Estratégica – AAE, da Avaliação Ambiental Integrada – AAI e do Licenciamento Ambiental (p. 19). De acordo com a SEMAD, a AAE pode ser entendida como “um processo de identificação de impactos ambientais e de alternativas que os minimizem na implantação de políticas e projetos governamentais (p. 19). A AAI consiste numa análise ambiental de cenários e impactos cumulativos e sinérgicos de políticas existentes ou planejadas, planos e programas previstos para uma bacia hidrográfica, num contexto de desenvolvimento sustentável, objetivando orientar as decisões e visando a compatibilização do uso e conservação dos recursos naturais (p. 20). Entretanto, conforme pontuado no item 4.21 do relatório, à fl. 194, a AAE e a AAI, em relação às atividades minerárias, ainda não foram implementadas no Estado (p. 20). Os instrumentos de planejamento e gestão ambiental – AAE e AAI – não foram implantados para as atividades minerárias no Estado (p. 24). A coordenação e elaboração desse instrumento de planejamento (AAI) são de competência dos NGAs, conforme disposto no inciso III do art. 4º do Decreto Estadual nº 43.372, de 2003, com as alterações introduzidas pelo Decreto Estadual nº 45.761, de 2011, mediante ações básicas delineadas nas alíneas “a” a “h” do referido dispositivo legal (p. 24). A SEMAD esclareceu que está concluindo minuta de DN que dispõe sobre a utilização da AAI para empreendimentos de minério de ferro no Estado e acrescentou que a avaliação individualizada dos impactos provocados pelos empreendimentos de minério de ferro apresenta limitações quanto à identificação dos impactos cumulativos e sinérgicos em relação a outros empreendimentos de mesma natureza (p. 20). Quanto às recomendações supracitadas, a SEMAD assim se pronunciou: recomendação contida na alínea “a” - esclareceu que, apesar das análises da AAE não concluírem acerca da viabilidade ambiental de um determinado empreendimento, indicam “... setores ou soluções com melhor relação entre benefícios e impactos adversos”. Dessa forma, a elaboração da AAE, para definição de diretrizes, demanda alinhamento do Governo, normalmente vinculado ao PMDI, tais como as realizadas para o setor hidrelétrico e rodoviário (p. 21).
Deficiências do SIAM (Sistema integrado de informações ambientais)
O SIAM visa à integração e descentralização dos sistemas autorizativo e fiscalizatório, por intermédio de ferramentas de tecnologia modernas, com objetivo de implantar o sistema integrado de informações ambientais (p. 25-26). No relatório de auditoria, foram pontuadas as seguintes deficiências, em relação àquele Sistema de Informações:

- As entrevistas com os Analistas Ambientais das SUPRAMs visitadas demonstram que, além da lentidão e desatualização tecnológica, a falta de dados essenciais no SIAM tem prejudicado o andamento dos processos de licenciamento (p. 26).

- As restrições de acesso às informações do SIAM impedem o usuário externo de obter informações básicas sobre o meio ambiente, bem como o acesso público aos documentos, expedientes e processos administrativos que versam sobre matéria ambiental, em descumprimento à Lei Estadual nº 15.971, de 2006.

- Consta no relatório da auditoria (item 3.31) realizada pelo Tribunal de Contas nas Unidades de Conservação de Proteção Integral do Estado de MG (nº 872.163) que, por meio da Entrevista realizada em 1º/9/2011, a Equipe do IEF afirmou que, naquela época, o SISEMANet já estava em fase de implantação (p. 26).

- Em sua conclusão, a equipe de auditoria pontuou o seguinte: **a)** a morosidade de implantação do SISEMANet, em substituição ao SIAM, compromete a agilidade, a eficiência e a efetividade das atividades de licenciamento ambiental; **b)** não foi identificada nenhuma ação visando à melhoria do Sistema; e **c)** não se percebe qualquer definição de prazo para finalização da efetivação do SISEMANet (p. 26).

Deficiências do Sistema de Informações: a falta de dados essenciais, a fragilidade do Sistema, desatualizado sob o ponto de vista tecnológico, sem informações suficientes necessárias à execução da atividade de licenciamento ambiental, tanto para a utilização do usuário interno quanto externo (p. 26).

2 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCE Minas Gerais (2016)

Licenciamento Ambiental

Instrumentos de licenciamento

O licenciamento ambiental é constituído por três modalidades de licenças, quais sejam: licença prévia – LP, licença de instalação – LI e licença de operação – LO, cada qual exigida em uma etapa específica do procedimento (p. 32).

A **Licença Prévia – LP**, requerida na fase preliminar do planejamento da atividade, atesta a viabilidade ambiental da atividade ou do empreendimento quanto a sua localização e concepção, mediante o estabelecimento de requisitos básicos e das condicionantes a serem observados nas próximas fases de sua implantação (p. 32).

A **Licença de Instalação – LI** autoriza a instalação da atividade ou do empreendimento, de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes (p. 32).

Por sua vez, a **Licença de Operação – LO** autoriza a operação da atividade ou do empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento das obrigações estipuladas nas licenças anteriores (LP e LI) (p. 32).

O licenciamento ambiental deve se orientar pelos princípios da precaução e da prevenção. De forma sucinta, a equipe de auditoria esclareceu que a prevenção diz respeito aos riscos ou impactos já conhecidos, ao passo que a precaução se destina a gerir riscos ou impactos desconhecidos, sendo ambos os princípios basilares do Direito Ambiental (p. 33).

Insuficiência de padronização dos instrumentos para o licenciamento ambiental

A falta de manual de normas e procedimentos institucionalizados, no âmbito do SISEMA, para as atividades concernentes ao licenciamento ambiental (p. 35).

Conforme fluxograma apresentado pela SEMAD, o processo de licenciamento ambiental, relativo à extração de minério de ferro, é instaurado por meio dos seguintes documentos: **a)** Formulário de Caracterização do Empreendimento – FCE, o referido formulário, que deve ser preenchido e entregue pelo empreendedor na SUPRAM competente, não se encontra disponível em banco de dados eletrônico, o que dificulta a sua utilização e a comparação de

informações decorrentes de outras solicitações de um mesmo empreendimento; e, **b)** Formulário de Orientação Básica Integrada – FOBI, por meio do qual são relacionados os documentos necessários à formalização do processo de licenciamento. Foram constatadas as seguintes impropriedades em relação ao FOBI: **b.1)** não é caracterizado por atividade, uma vez que não é considerada a localização do empreendimento e o meio ambiente como um todo; **b.2)** está desatualizado, ensejando a solicitação de documentos desnecessários, em detrimento de outros considerados importantes. A título de exemplo, no item 5.27, à fl. 204, foi citada a não exigência do Plano Diretor, apesar de se tratar de documento obrigatório para as cidades inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional, conforme o disposto no inciso V do art. 41 da Lei Federal nº 10.257, de 2001 (p. 35).

Em relação aos documentos técnicos que deveriam orientar o empreendedor, foi constatada a inexistência de Termos de Referência específicos para a elaboração de EIA/RIMA do Programa de Controle Ambiental – PCA e do Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental – RADA dos empreendimentos minerários (p. 35).

Ausência, nos processos de licenciamento ambiental examinados, do Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM, definido no inciso IX do art. 1º da DN COPAM nº 127, de 2008, que estabelece diretrizes e procedimentos para avaliação ambiental da fase de fechamento de mina (p. 35).

De acordo com a maioria dos Analistas entrevistados, as dificuldades de análises são decorrentes da deficiência de procedimentos para orientar a elaboração de projetos e estudos ambientais concernentes aos processos de licenciamento das atividades minerárias. Além disso, 93% deles consideraram que não existe metodologia formal para a avaliação de impactos ambientais (p. 35).

54% dos Analistas entrevistados consideraram a qualidade dos estudos ambientais apresentados pelos empreendedores regular ou ruim. E mais: para 53% deles, os Termos de Referência existentes não são utilizados na elaboração dos referidos estudos (p. 36).

As principais deficiências relativas aos estudos ambientais, pontuadas pelos Analistas, estão descritas no item 5.34 do relatório, à fl. 205. Por exemplo: “Faltam dados primários, os consultores não levam em consideração os Termos de Referência, levando a muitos pedidos de informações complementares (p. 36).

68% dos Analistas Ambientais entrevistados afirmaram que “o aumento excessivo do número de condicionantes apresentadas nos processos é decorrente da má qualidade dos estudos ambientais” (p. 36).

Deficiências de ordem normativa permeiam o procedimento de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais, com reflexos tanto no projeto elaborado pelo empreendedor, quanto na análise técnica de responsabilidade das SUPRAMs (p. 36).

Quanto às análises técnicas relativas aos empreendimentos minerários, foi pontuada a necessidade de padronização dos procedimentos entre as SUPRAMs, responsáveis pelo licenciamento ambiental, considerando que cada Superintendência Regional e, muitas vezes, cada Analista estabelecem seus próprios critérios e métodos de análise (p. 36).

Foram constatadas **“deficiências na adoção de padrões, normas e critérios técnicos e metodológicos específicos para os procedimentos de licenciamento ambiental da extração do minério de ferro”** com alto grau de subjetividade e, por consequência, com grande risco de análises equivocadas (p. 38-39).

É de se concluir que a carência de padronização dos instrumentos pertinentes àquele procedimento afronta o princípio constitucional da eficiência, elencado no *caput* do art. 37 da Constituição da República, que orienta a atividade administrativa (p. 39).

As deficiências descritas no relatório de auditoria em relação ao licenciamento dos empreendimentos e atividades minerárias, que foram confirmadas por servidores lotados nos órgãos ambientais, levam-me a concluir que o SISEMA não está estruturado, adequadamente, para conceder licenças ambientais, tampouco, renová-las (p. 40).

De acordo com informações coletadas em entrevistas, a elaboração de pareceres com níveis diferentes de detalhamento e solicitação de informações complementares deve ser atribuída à falta de homogeneidade de conhecimento entre os servidores das SUPRAMs (p. 36).

- A revalidação automática de 17 (dezessete) LO (p. 55).

- Em face do transcurso do prazo para a revalidação da LO, sem qualquer decisão do órgão ambiental (p. 55).

3 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCE Minas Gerais (2016)

Monitoramento e acompanhamento dos empreendimentos minerários

Deficiências na avaliação e acompanhamento da SEMAD dos impactos e riscos ambientais dos empreendimentos licenciados

- O automonitoramento é utilizado apenas no relatório final (RADA), na análise da renovação da LO, sem o acompanhamento dos dados (p. 53).

Com relação ao acompanhamento dos programas de automonitoramento, foram relatadas as seguintes deficiências (p. 53):

- A incapacidade das SUPRAMs para o acompanhamento dos dados contidos nos programas de automonitoramento, os quais são enviados, periodicamente, pelas empresas mineradoras. Os relatórios técnicos e fotográficos correspondentes (semestrais ou anuais) permanecem arquivados no órgão ambiental até a análise da Renovação da Licença de Operação – REVLO (p. 53).

- A carência de Analistas Ambientais capacitados nas SUPRAMs impossibilita o exame dos referidos programas e a identificação de possíveis inconsistências dos dados apresentados pelas empresas (p. 53).

- As SUPRAMs não realizam inspeções, *in loco*, para avaliar os relatórios de automonitoramento (p. 53).

- A avaliação de desempenho ambiental dos empreendimentos licenciados, por meio do RADA, ocorre somente por ocasião da análise do parecer para concessão da renovação da LO (p. 53).

- A análise dos processos, por amostragem, sobressai que o RADA não contém os dados de monitoramento de impactos sociais e econômicos (p. 53).

- 69% dos Analistas Ambientais entrevistados consideram ruim ou regular a efetividade na utilização dos PRAD no monitoramento dos empreendimentos licenciados (p. 53)

A verificação das medidas mitigatórias e condicionantes é realizada apenas no momento da análise da LO e de suas revalidações, ou seja, não existe acompanhamento sistemático (p. 53).

Analistas Ambientais entrevistados: a precariedade dos mecanismos de monitoramento ambiental no Estado, ou seja: 54% dos entrevistados - não existem mecanismos sistemáticos de monitoramento de impactos ambientais; 83% - é ruim ou péssima a estrutura operacional das SUPRAMs quanto ao acompanhamento das condicionantes e, ainda, que não existem indicadores no estudo da magnitude dos impactos; e 93% afirmaram que não há metodologia formal para avaliação de impactos ambientais (p. 53).

Deficiência na avaliação e no acompanhamento das condicionantes

A equipe de auditoria asseverou que as deficiências na avaliação, no acompanhamento das condicionantes e na fiscalização dos empreendimentos licenciados comprometem a efetividade do licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais (p. 53).

- Por meio das entrevistas com Analistas Ambientais e da verificação de processos, *in loco*, ficou evidenciado que as SUPRAMs não fazem o acompanhamento preventivo e de supervisão do cumprimento de condicionantes de medidas mitigatórias e compensatórias. Além disso, 83% dos Analistas entrevistados consideraram ruim ou péssima a capacidade operacional das SUPRAMs no acompanhamento das condicionantes (p. 54).

- Foram constatadas deficiências nas condicionantes estabelecidas pelo COPAM, nos processos de licenciamento ambiental referentes à extração do minério de ferro, abaixo listadas:

- a) Condicionantes sem objetividade;
- b) Condicionantes que não consideraram a evolução tecnológica para controle de poeira;
- c) Condicionantes que deveriam ser pressupostos de licenças anteriores foram postergadas para as próximas fases.

- Aumento do número de condicionantes (p. 54).

- Concessão de licença sem cumprimento de condicionante (p. 54).

Deficiências na fiscalização dos empreendimentos minerários

(A auditoria) destacou as seguintes impropriedades (p. 55)

- O exame, por amostragem, dos processos de licenciamento para extração de minério de ferro nas SUPRAMs Central, Leste e Jequitinhonha revelou que, em média, é realizada apenas uma fiscalização por processo de licenciamento (p. 55).

- Os procedimentos fiscalizatórios realizados pela SEMAD, cuja finalidade é subsidiar os pareceres relativos às licenças ambientais, são insuficientes para o acompanhamento do impacto ambiental dos empreendimentos minerários (p. 55).

- A ausência de informações complementares pela equipe técnica (p. 55).

- A falta de análise dos RADAs correspondentes e a ausência de vistoria ou fiscalização (p. 55).

- Foi concedida ao empreendimento (Ouro Preto) antes de qualquer LP e LI precedentes, em face de erro dos estudos apresentados pelo empreendedor que não foram identificados pela Equipe de Analistas Ambientais (p. 55).

- Essas deficiências foram corroboradas pelo TCU nos autos da auditoria operacional realizada no DNPM, quando foram evidenciadas fragilidades em Minas Gerais. Em resumo, o TCU constatou que a SEMAD não planeja ações fiscalizatórias nas atividades derivadas da extração do minério de ferro e as vistorias são realizadas apenas para subsidiar os processos de licenciamento, cumprir decisões judiciais ou atender demandas do Ministério Público (p. 55).

- Em sua conclusão, a equipe de auditoria assegurou, à fl. 230, que a SEMAD vem priorizando as vistorias para emissão e renovação das licenças, considerando que não dispõe de um quadro de pessoal suficiente e recursos tecnológicos para o acompanhamento sistemático dos empreendimentos licenciados (p. 55).

- Em média, é realizada apenas uma fiscalização por processo de licenciamento, considerada insuficiente para o acompanhamento do impacto ambiental das atividades e empreendimentos minerários. (p. 61). As vistorias estão sendo priorizadas pela SEMAD, apenas para fins de emissão e renovação de licenças, considerando que a Secretaria não dispõe de pessoal e recursos tecnológicos suficientes para acompanhamento sistemático das atividades e empreendimentos licenciados (p. 61).

Os relatórios técnicos e fotográficos elaborados pelas empresas mineradoras permanecem arquivados no órgão ambiental, sem qualquer avaliação, até a análise da renovação da LO (p. 58).

Entretanto, diante da manifestação da SEMAD, é de se inferir que a DN COPAM nº 167, de 2011, não está sendo cumprida (p. 60).

Não cumprimento da DN COPAM nº 167, de 2011.

Relator: Isso constitui, a meu ver, fato de extrema gravidade, por tornar vulnerável o nível de qualidade e de confiabilidade das medições ambientais, que objetivam o registro, o controle ou o acompanhamento de ambientes ou de fontes de poluição, mediante ações de — Monitoramento executadas pelo Poder Público ou por ações de automonitoramento de responsabilidade do empreendedor, para fins de elaboração e encaminhamento de relatório ao órgão ambiental competente (p. 60).

4 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCE Minas Gerais (2016) Recursos Humanos
Ausência de servidores com formação específica
A carência de recursos humanos, a ausência de servidores com formação específica em determinadas áreas e a alta rotatividade comprometem o desempenho do SISEMA em relação ao licenciamento ambiental do minério de ferro (p. 45) - Quanto à formação dos Analistas Ambientais, foi registrado que existem apenas 1 (um) engenheiro de minas e 2 (dois) geólogos em todas as SUPRAMs. Além disso, o Estado conta apenas com 1 (um) especialista em cavernas e nenhum Analista com especialização na área social (p. 46) - Na SEMAD não existe um programa estruturado de capacitação para os Analistas Ambientais. (p. 46).
Regionalização do SISEMA e ausência de dados para a auditoria
- O atual modelo do SISEMA, caracterizado pela regionalização, concentra diversas funções nas SUPRAMs, com reflexos negativos no licenciamento ambiental do minério de ferro (p. 45)
Impacto das deficiências de recursos humanos no Licenciamento
- Carência de Analistas nas SUPRAMs Central e Alto São Francisco (p. 45). - O número de licenças concedidas é maior nas SUPRAMs Central e Alto São Francisco, no período de 2010 a 2012 (p. 45) - As SUPRAMs do Triângulo Mineiro e Sul de Minas se sobressaíram, quanto ao total de AAF autorizadas, no período de 2010 a 2012 (p. 45) - Licenças concedidas: as URCs Rio das Velhas e Rio Paraopeba, cujos pareceres são elaborados pela SUPRAM Central Metropolitana (p. 45) - No período de 2011 a 2013, as SUPRAMs Central e Sul de Minas emitiram mais licenças, 31% e 19%, respectivamente; e as URCs Triângulo Mineiro e Sul de Minas foram as que mais autorizaram AAFs, cujos percentuais representaram, respectivamente, 24% e 20% (p. 45)
Deficiências estruturais da SUPRAM e o impacto no trabalho dos servidores
- Há um excesso de atribuições da SUPRAM Central Metropolitana (p. 46). - A precariedade das instalações das SUPRAMs, ausência de recursos de informática, deficiências dos equipamentos de proteção individual, veículos sem manutenção, além da falta de motoristas, comprometendo as análises dos procedimentos de licenciamento ambiental (p. 49). - As carências em relação à tecnologia da informação foram confirmadas por meio das respostas dos Superintendentes das SUPRAMs a questionamentos da equipe de auditoria (p. 49). - Os Analistas Ambientais informaram nas entrevistas que somente os programas informatizados gratuitos são disponibilizados para fins de elaboração de pareceres (p. 49). - Quanto aos materiais de consumo, foram constatadas deficiências relativas a: impressoras, livros técnicos e códigos, normas técnicas (ABNT digital), equipamentos de proteção individual, lanternas, luvas e trenas a <i>laser</i> (p. 49). - Na SUPRAM Leste de Minas, os processos são arquivados na garagem e no ambiente de trabalho dos Analistas, por falta de espaço físico (p. 49). - Os Analistas Ambientais da SEMAD destacaram, em entrevistas, as seguintes dificuldades: a) falta de equipamentos; b) falta de pessoal; c) baixa remuneração; d) alta rotatividade de profissionais; e, e) engessamento e desatualização do SIAM (p. 49).
Ausência de instrumento específico para fiscalização da mineração limita o trabalho dos servidores

- A inexistência na SEMAD de relatório ou avaliação específica, em relação à mineração, limitou os trabalhos da Equipe de Auditoria (p. 46)
Carência de servidores impacta nos processos de licenciamento
- Durante o período de 2010 a 2013, a equipe de auditoria relacionou 190 (cento e noventa) processos de licenciamento, relativos a do minério de ferro, sendo que as SUPRAMs Central e Leste de Minas analisaram, respectivamente, 73% e 26% dos pareceres correspondentes (p. 46)
- Tempo médio para concessão de licenças para os empreendimentos minerários no Estado, a saber: LP - 582 dias; LI - 577 dias; LO - 172 dias; e a revalidação de LO - 453 dias (p. 46)
Rotatividade de servidores e remuneração
Existe alta rotatividade de servidores nas SUPRAMs. Além disso, a média remuneratória dos referidos servidores é de R\$ 4.000,00 (quatro mil reais), e o tempo de serviço, em média, é de cinco anos e meio (p. 46).

5 - ACHADOS DA AUDITORIA DO TCE Minas Gerais (2016)
Audiências Públicas
Convocação e realização de audiências públicas
Audiências públicas: promover a revisão da DN COPAM nº 12, de 1994, que dispõe sobre a convocação e a realização de audiências públicas (p. 72).
Impropriedades das audiências públicas auditadas
- A falta de resposta à população do resultado das audiências, considerando que a DN COPAM nº 12, de 1994, não prevê <i>feedback</i> do órgão ambiental à sociedade, explicitando, por exemplo, as contribuições acatadas (p. 63).
- Conforme pontuado no item 7.21, à fl. 235, os impactos socioeconômicos, por vezes, são negligenciados pelo SISEMA, considerando que, a teor do disposto no art. 1º da Resolução CONAMA nº 01, de 1986, o impacto ambiental afeta, além dos bens naturais, “as atividades sociais e econômicas” (inciso II) (p. 63).
- No Licenciamento Ambiental nº 00022/1995/035/2007, no capítulo que trata da audiência pública realizada, pelo que se depreende do Parecer Único nº 0275/2011 da SUPRAM Central, não foi esclarecido o motivo pelo qual as manifestações não foram acatadas, e o conceito de meio ambiente parece ter sido interpretado de forma restritiva, uma vez que foram desconsiderados os impactos socioeconômicos do empreendimento, principal motivo da reivindicação social (p. 63).
- Por meio do áudio das audiências analisadas e das informações prestadas pelos participantes que responderam ao questionário eletrônico, foram constatados questionamentos das comunidades afetadas sobre o motivo de os estudos elaborados não terem abordado os impactos socioeconômicos do empreendimento (p. 63).
- Nos processos examinados, ficou evidenciada a prioridade dada pelos estudos ambientais aos elementos do meio físico e biótico, em detrimento do meio socioeconômico e da avaliação eficiente desses impactos pelo SISEMA (p. 63).
Baixa efetividade das audiências públicas como mecanismos de participação social
Os procedimentos relativos às audiências públicas não favorecem o alcance dos objetivos previstos no art. 1º da DN COPAM nº 12, de 1994, relacionados à extensão e magnitude dos impactos ambientais, medidas mitigadoras e compensatórias dos empreendimentos licenciados (p. 61)

- Embora o § 1º do art. 8º da DN COPAM nº 12, de 1994, estabeleça que a fita de gravação da audiência pública deve ser anexada ao processo de licenciamento correspondente, nos processos examinados não constavam as gravações de áudio. Foi informado que, apesar de aquele material ter sido requisitado pela equipe, a SEMAD encaminhou apenas as gravações das audiências referentes aos empreendimentos das minas de Brucutu e Serra Azul (p. 64).

- A referida DN não prevê a disponibilização na *internet* do relatório-síntese, vídeo e áudio, para que os participantes tenham acesso às informações, após a realização da audiência (p. 64).

- Quanto às competências conferidas ao Secretário Executivo do COPAM (DN nº 12, de 1994), foi observado que, na prática, algumas de suas responsabilidades são delegadas ao empreendedor, como, por exemplo, a determinação do local, horário e demais providências para realização das audiências públicas (§ 5º do art. 3º); o registro dos participantes em livro de presença apropriado (inciso I do § 3º do art. 5º); e a preparação de relatório-síntese da audiência (inciso II do § 3º do art. 5º).

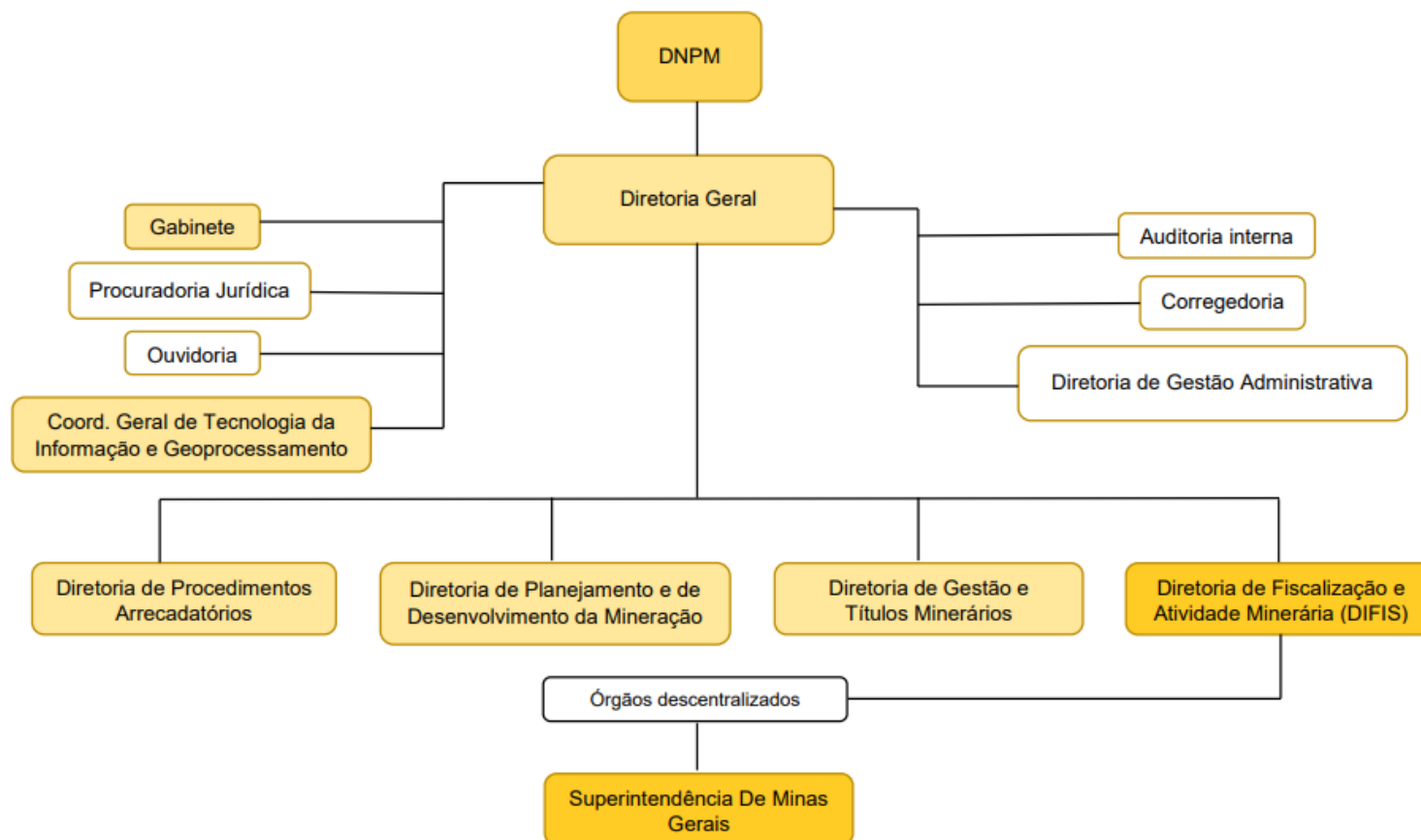
- Conforme relatado, o objetivo da audiência pública não foi atingido, considerando que apenas 5% dos participantes eram cidadãos da comunidade impactada e 45% representavam o empreendedor (p. 63).

- Em relação ao licenciamento ambiental da atividade minerária, as sugestões e críticas apresentadas pelos participantes durante as audiências públicas têm pouca influência nas decisões do COPAM, considerando que, nos processos examinados, as condicionantes propostas não tinham relação com as reivindicações transcritas nas atas anexadas aos processos. De acordo com a equipe de auditoria, a falta de normas que orientem a sistematização das opiniões dos participantes e possibilitem a inserção de suas demandas no parecer técnico do processo de licenciamento pode ser a causa das impropriedades verificadas (p. 63).

Em conclusão, a equipe de auditoria asseverou que o SISEMA não tem atingido, de forma efetiva, o objetivo das audiências públicas, qual seja, o de subsidiar as decisões referentes ao licenciamento ambiental. (Recomenda a alteração do modelo das audiências públicas) (p. 66).

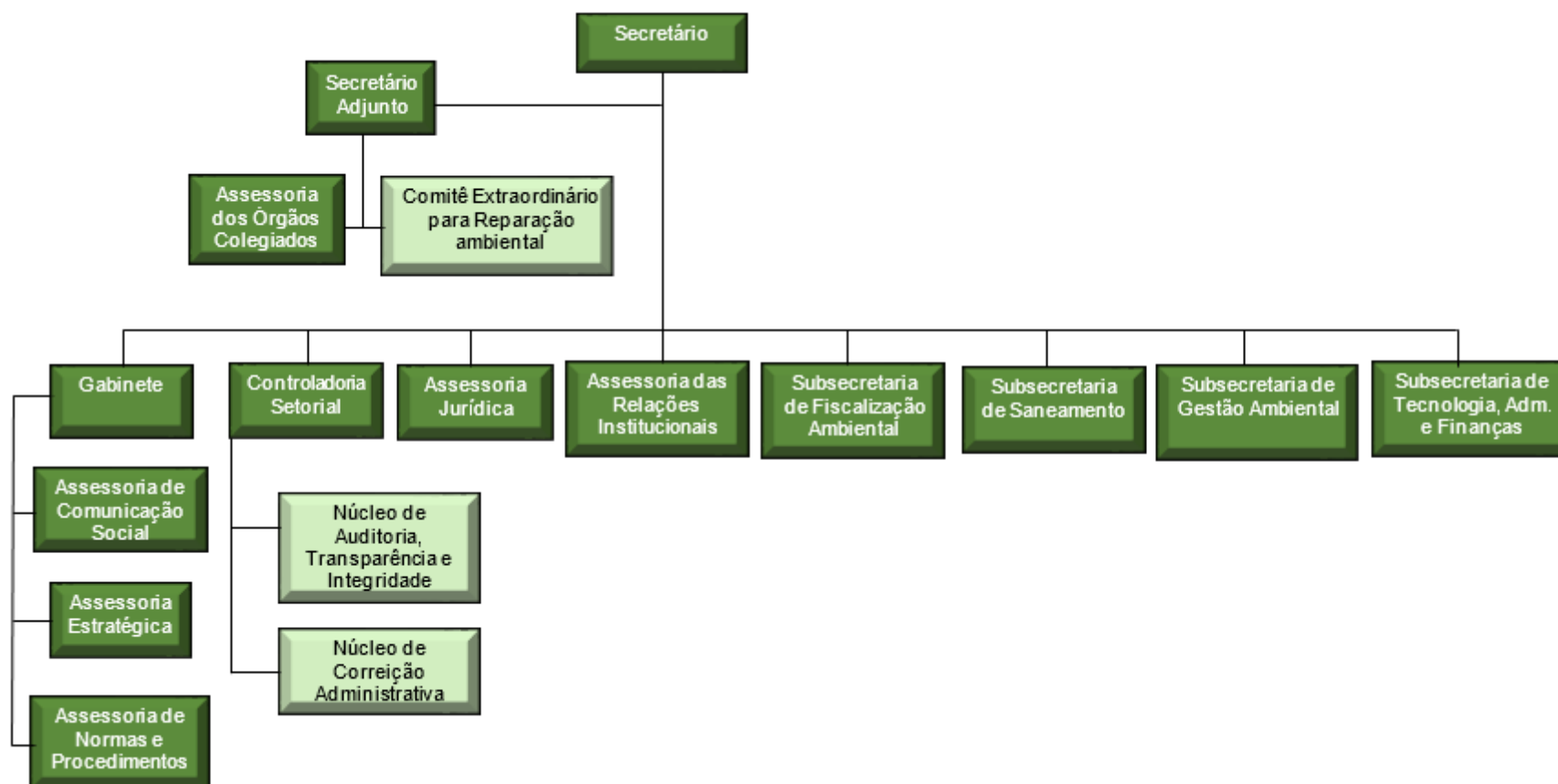
Relator: A falta de resposta à população do resultado das audiências públicas, a fim de informar as contribuições/sugestões que, no caso, tenham sido incorporadas ao processo de licenciamento ambiental, evidencia a fragilidade da legislação em vigor no Estado que disciplina esta matéria (DN COPAM nº 12, de 1994) e enfraquece o processo participativo (p. 68).

Organograma DNPM



Fonte: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/2019/audiencia-publica-sobre-a-anm/ANM%20-%20Vicotr%20Hugo%20Bicca.pdf>

ORGANOGRAMA SEMAD - MG



Fonte: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/instituicao/organograma>

