UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

TIAGO SOARES BARCELOS

Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.

São Paulo
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

TIAGO SOARES BARCELOS

Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.

Versão corrigida

Tese apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Geografia Humana Área de Concentração: Geografia Política, Planejamento e Recursos Naturais Orientador: Prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro

São Paulo
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentações
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B242r Barcelos, Tiago Soares
 Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de
 mineração: economia ecológica e seus elementos
 espaciais / Tiago Soares Barcelos ; orientador
 Wagner Costa Ribeiro. - São Paulo, 2020.
 556 f.

 Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras
 e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
 Departamento de Geografia. Área de concentração:
 Geografia Humana.

 1. Economia ecológica. 2. Desengenharia. 3.
 Sociedade de risco. 4. Elementos espaciais. 5.
 Mineração. I. Ribeiro, Wagner Costa, orient. II.
 Título.

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Ciência e Concordância do (a) orientador (a)

Nome do (a) aluno (a): Tiago Soares Barcelos

Data da defesa: 30/05/2020

Nome do Prof. (a) orientador (a): Wagner Costa Ribeiro

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 15/06/2020

(Assinatura do (a) orientador (a))

Nome: BARCELOS, Tiago Soares

Título: Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.

Tese apresentada na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Geografia Humana.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.(a): Neli Aparecida de Mello-Théry

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Prof. Dr.: Luis Enrique Sánchez

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Prof. Dr.: Bruno Milanez

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora

Julgamento: _____

Esta obra é dedicada às mulheres da minha vida: Maria Aparecida Soares dos Santos (mãe), Bruna Soares Barcelos (irmã) e Loyslene de Freitas Mota (esposa). Sem elas, nada seria possível!

AGRADECIMENTOS

Escrever uma tese foi, sem sombra de dúvidas, o maior desafio ao qual me propus nos últimos anos, mesmo ciente que constitui de apenas uma das várias etapas do processo evolucionário do conhecimento humano. Tive a oportunidade de dialogar e aprender com pessoas incríveis, extremamente talentosas, qualificadas e competentes, tornando possível refletir sobre temas dos quais eu jamais sonhei visualizar. O conhecimento é isso! Por meio de leituras, diálogos e observações, modifica o indivíduo, mudando a estrutura mental, criando contradições objetivas e subjetivas, na busca de uma coerência, nos forçando a pensar. Durante esse processo, início meus agradecimentos ao meu orientador, prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro, por me permitir voar, mas me resgatando nos momentos de turbulência. Foi dele o incentivo a trabalhar com essa temática: por ser natural de Mariana/MG, ter trabalhado no setor e sendo um dos vários atingidos pelo crime corporativo da Samarco S.A. no ano de 2015. Nessa linha, agradeço em especial os profs. Dr. Luis Enrique Sánchez e Dr. Bruno Milanez, por terem aceitado e contribuído sobremaneira durante o processo de qualificação e defesa, incluso a Dr.(a) Neli Aparecida de Melo-Théry por suas contribuições antes e depois da defesa. Suas dicas e observações foram de fundamental importância durante o meu trabalho, visto que ambos sempre tiveram a disposição para as mais diversas dúvidas que foram surgindo durante o trabalho. Ressalto que não utilizei todos os recursos e dicas apresentados pelos senhores, mas oportunidades não faltarão. À Universidade Federal do Sul e Sudeste Pará (UNIFESSPA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela grande oportunidade de estudar em uma das maiores universidades do Brasil (Universidade de São Paulo/USP), por meio do programa DINTER. Políticas públicas como essa devem ser valorizadas, afinal, torna se possível a qualificação dos servidores públicos, elevando substancialmente a qualidade no atendimento aos anseios da sociedade. Aos colegas da minha sala, por todos os momentos que passamos juntos, e também, aos colegas do meu trabalho (UNIFESSPA/ ICSA), por terem feito o possível para que eu pudesse me dedicar a essa pesquisa. Além dessas pessoas, não posso me esquecer dos colegas da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, constituindo uma peça chave para o meu trabalho e também os meus professores durante essa fase, das disciplinas aos seminários, vejamos: Ana Paula Aprígio Assis, Ariovaldo Umbelino de Oliveira, Hervé-Théry, Manoel Fernandes de Souza Neto, Neli-Théry, Paulo Roberto Guimarães Júnior, Reinaldo Paul Pérez Machado, Rita de Cássia Ariza da Cruz e Valéria de Marco. Vocês são pessoas incríveis, dos quais, jamais irei me esquecer.

Muitas pessoas me ajudaram durante a pesquisa, fico até com receio de esquecer algum nome, cometendo uma grande injustiça, mas caso aconteça, já deixo meus mais sinceros pedidos de desculpa. Pessoas como: Alexandra Asanovna Elbakyan, Antônio Wellington Souza, Ariel Medrado Barros, Bep Kó Xikri, Bruna Roberta Martins Guimarães, Charles Trocate, Cláudia Franco de Sales Dias, Cristiano Pereira Medina Rigo, Edmilson Rodrigues da Costa, Efram Paulo Rodrigues, Gustavo Advar Cerqueira, Heitor Moura Gomes, Joaquim Maia Neto, José Diogo de Oliveira Lima, Leandro Pansonato Cazula, Leopoldo Costa Júnior, Luiz Alberto da Cunha Bustamente, Marina de Macedo Carvalho, Paulo Vitor Azevedo, Poliana Gualberto, Rafael Melo, Ricardo Pugliese, Rodolpho Zahluth Bastos, Rogério Paulo Hohn, Rubens Borges Sampaio, Shirley Soares Prata e Valmir Percival Guimarães. Todas essas pessoas me ajudaram, direta ou indiretamente, e tantas outras pessoas também o fizeram, sendo que algumas optaram por não ter o nome vinculado a pesquisa, pelos mais diversos motivos. Estendo os meus agradecimentos aos funcionários da Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Agência Nacional de Mineração, IBAMA, Legislativo Federal, Justiça Federal, Ministério Público Federal, SEDEMA, SEMAS, SICOM, SEMMA, Defesa Civil e IBRAM, além dos militantes do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM) e os representantes, e lideranças dos povos indígenas do Xikrin. Todos sempre estiveram à disposição para o auxílio nos mais diversos momentos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

O agradecimento mais que especial vai para as mulheres da minha vida. Minha mãe, Maria Aparecida Soares dos Santos, a minha irmã, Bruna Soares Barcelos e a minha esposa Loyslene de Freitas Mota. Essas mulheres fortes e guerreiras estiveram ao meu lado, incondicionalmente, em todos os momentos. Sou grato a minha esposa, por cada sorriso e carinho, sendo peça fundamental durante esse processo, do início ao fim. Obrigado, meu AMOR! Agradeço também o meu pai, José Teixeira Barcelos (*in memoriam*), lamentando não estar aqui para ver mais essa vitória, mas sempre vivo em meu coração.

RESUMO

BARCELOS, Tiago Soares. **Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.** 2020. 556f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

O modelo convencional neoclássico gera uma globalização da indiferença dentro do sistema econômico vigente. Essa estrutura é excludente, solidifica e se apropria do espaço geográfico, criando rugosidades espaciais, dentro de diversas perspectivas temporais, o que resulta em diversos conflitos nos territórios. A mineração, principalmente na América do Sul, expressa esses conflitos por apresentar um modelo, como no Brasil, que cria e recria dependência, desconsiderando a sociedade de risco. Esses são os pressupostos basilares para o presente trabalho que busca apresentar um modelo alternativo que possa auxiliar na interpretação desses conflitos, à luz da economia ecológica, articulada aos sistemas de ações e sistemas de objetos, tratando os elementos e categorias espaciais da Geografia. O modelo mineral apresenta passivos ambientais amplos e produz passivos de sofrimento social, por isso, necessita de mecanismos que criem o efeito de transbordamento, evitando o efeito derrame. Dentro desse contexto, aplicado ao objeto das barragens de rejeito da mineração, cria-se um modelo interdisciplinar, com rigor metodológico, utilizando o *devir* como visão ética norteadora da ação humana, procurando com isso entender a capacidade de suporte no interior das noções de abundância e distribuição. Logo, a estrutura, processo, função e forma são aplicadas à questão mineral, sob o evento de rompimento hipotético da barragem do Projeto Salobo, considerando, nesse caso, a lei da entropia. Para validar empiricamente o modelo foram realizadas atividades de campo que contemplam os principais *stakeholders* do modelo mineral. Compreendemos a visão de três elementos espaciais: a firma (Vale S.A.) e suas entidades de apoio (IBRAM e CDBD); o Estado e suas instituições, dentro dos três poderes (Legislativo, Judiciário e Executivo), em suas três esferas (Federal, Estadual e Municipal). Finalizando, sob o olhar do espaço banal, compreendido pelo povo indígena do Xikrin do Cateté e os movimentos sociais (MAM e MAB). Além disso, os dois elementos espaciais relacionados ao ambiente natural e a infraestrutura são apresentados dentro da ação e da intencionalidade dos demais elementos. Com isso, buscamos a possibilidade de verificar o instrumental alternativo sugerido, para contrapor ao modelo convencional que auxilia na compreensão do metabolismo socioambiental, cuja desengenharia apresenta-se como uma alternativa importante, pautada no *devir*. Ficou evidenciada a importância de um Estado forte, mesmo considerando seus limites, como elemento central modificador da ação humana, com a responsabilidade de licenciar, fiscalizar e regulamentar o setor mineral para que se criem efeitos que tornem uma dívida social as riquezas do subsolo. Em caso contrário, perpetuam a indiferença e a exclusão, formando assim, a “maldição” dos recursos naturais, reforçando os padrões hegemônicos atuais. Entendemos, por fim, como indispensável o uso de diferentes mecanismos que garantam um efetivo fechamento das minas, tratando dos seus passivos, independente da empresa vir a falhar com a sua obrigação, para que tais custos não recaiam à sociedade.

Palavras-chave: Economia ecológica; Desengenharia; Sociedade de risco; Elementos espaciais; Mineração

ABSTRACT

BARCELOS, Tiago Soares. **It collapsed, and now what? Mining tailings dams: ecological economy and its spatial elements**. 2020. 556f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

The conventional neoclassical model generates a globalization of indifference within the current economic system. This structure is discriminative: it solidifies and appropriates the geographical space, creating spatial roughness within different temporal perspectives, which results in several conflicts in the territories. Mining, especially in South America, expresses these conflicts by presenting a model that creates and recreates dependency, as in Brazil, disregarding the society risk. These are the basic assumptions for the present work that seeks to deliver an alternative model able to assist in the interpretation of these conflicts, in the light of the ecological economics, articulated to the systems of actions and systems of objects, dealing with the spatial elements and the categories of Geography. The resources model has broad environmental liabilities and it produces social hardship liabilities, which is why it needs mechanisms to create the overflow effect and avoid the spill effect. In this context, applying it to the mining tailings dams object, an interdisciplinary model is created with methodological rigor, resorting of the coming as an ethical vision guiding human action, and seeking to understand the support capacity within the notions of abundance and distribution. Therefore, the structure, process, function and form are applied to the resources question under the hypothetical rupture event of the *Salobo* Project dam, considering, in this case, the entropy law. In order to empirically validate the model, it was carried out field activities that included the main stakeholders of the resources model. We sought to understand the vision of three spatial elements, namely: the company (Vale S.A.), and its support entities (IBRAM and CDBD); the State and its institutions, within the three branches (Legislative, Judiciary and Executive), in its three spheres (Federal, State and Municipal). Finally, under the eyes of the common space, which is made up of the *Xikrin do Cateté* indigenous people, and social movements (MAM and MAB). Furthermore, the two spatial elements related to the natural environment and the infrastructure are introduced, within the action and intentionality of the other elements. Thereby, we sought the possibility of verifying the suggested alternative instruments, to counter the conventional model that helps to understand socio-environmental metabolism, whose reverse engineering presents itself as an important alternative, based on what is to come. It became clear the importance of a strong State, even considering its limits, as a central element that modifies human action, with the responsibility to license, inspect and regulate the resources sector, in order to create effects that make the underground richness a social gift. Otherwise, indifference and exclusion are perpetuated, thus forming a “curse” of natural resources, reinforcing the current hegemonic standards. Finally, we understand, whereas it is essential to use different mechanisms to guarantee an effective closure of mines, dealing with its liabilities, regardless of whether the company fails with its obligation, in a way that these costs do not fall on society.

Keywords: Ecological economy; Reverse engineering; Risk society; Spatial elements; Mining.

*Os males desesperados são aliviados
com remédios desesperados ou, então,
não têm alívio.*

William Shakespeare (Hamlet, ato IV, cena III)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Preço do minério de ferro* (em US\$/ tonelada métrica seca), 2000-2016.....	27
Figura 1.2 - Variação do Preço do Minério e Incidentes de Barragens de Rejeito.	29
Figura 1.3 - Barragens de mineração contempladas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)	32
Figura 1.4 - Projeto Salobo e sua barragem de rejeito.....	42
Figura 1.5 - Projeto Salobo e sua relação com o Rio Itacaiúnas	42
Figura 1.6 - - Projeto Salobo e sua relação com o Rio Tocantins	43
Figura 1.7 - Relação de três temporalidades e o setor extrativo mineral.....	47
Figura 1.8 - Relação inversa temporal, onde $(P)=(A)$ e $d(A)d(P)$ e o setor extrativo mineral	49
Figura 2.1 - Escopo da ecologia: da célula à ecosfera, suas funções e processos	57
Figura 2.2 - Modelo de ecossistema: o sistema, suas entradas e saídas	59
Figura 2.3 - Quadro síntese do Millennium Ecosystem Assessment	61
Figura 2.4 - Esboço das inter-relações entre as diferentes categorias de capital.....	64
Figura 2.5 - Caixa de MacKelvey: critério para delimitação de reservas minerais.....	75
Figura 2.6 - Modelo biofísico do sistema econômico	85
Figura 2.7 - O mundo vazio de Herman Daly	87
Figura 2.8 - O mundo cheio de Herman Daly	89
Figura 2.9 - Representação do metabolismo social da Natureza	100
Figura 2.10 - Fluxo circular: economia fechada e sem governo	107
Figura 2.11 - Fluxo circular: economia aberta e com o governo.....	107
Figura 2.12 - Fluxo circular: economia fechada, sem governo e com a natureza	109
Figura 2.13 - Modelo de sobrevivência em dois cenários.	114
Figura 3.1 -Interação da ecologia e geografia humana com suas primeiras estruturas espaciais	128
Figura 3.2 - Os elementos espaciais de Milton Santos	137
Figura 3.3 - Estratégias empresariais para exposição pública	143
Figura 3.4 - Matriz poder-interesse do stakeholder	144
Figura 3.5 - O efeito derrame de Eduardo Gudynas.....	158
Figura 3.6 - Investimento no setor mineral de 5 em 5 anos.....	170
Figura 3.7 - Porcentagem de investimentos nos principais Estados.....	170
Figura 3.8 - Fluxograma típico de tratamento de minério	171

Figura 3.9 - Principais volumes de bens minerais no Brasil	173
Figura 3.10 - Cadeia produtiva da extração mineral	174
Figura 3.11 - Recursos de fundo de serviços e recursos de fluxo de estoque pelo espaço e tempo geográfico	179
Figura 3.12 - A ação humana e a ordem técnica, jurídica e simbólica.....	185
Figura 3.13 - A tecnologia e a interpelação entre a Geografia Humana e a Economia Ecológica	186
Figura 3.14 - O efeito transbordamento com os elementos espaciais, os pilares da economia ecológica e os limitadores tecnológicos aos Estados, Recursos e Direitos Humanos	196
Figura 3.15 - Sistemas de Objetos e Sistemas de Ações de Milton Santos.....	202
Figura 3.16 - Modelo da interação entre a Geografia Humana e a Economia Ecológica	208
Figura 4.1 - Empregos comuns da mineração na sociedade moderna.....	216
Figura 4.2 - Relações causais esperadas após o aumento da CFEM	229
Figura 4.3 - Arrecadação dos Estados e Municípios do CFEM entre 2004 a 2019	232
Figura 4.4 - Proposta de roteiro e principais componentes de análise na formulação do Plano Diretor de Mineração – PDMi.....	241
Figura 4.5 - Rotina de um programa de instrumentação de barragem	246
Figura 4.6 - Método de descarga de rejeitos: a) ponto único b) em linha	251
Figura 4.7 - O método a montante de construção de barragens de rejeito mineral	252
Figura 4.8 - O método a jusante de construção de barragens de rejeito mineral.....	253
Figura 4.9 - Linha de centro, o método de construção de barragens de rejeito mineral.....	253
Figura 4.10 - Seção típica de uma barragem com estéril.....	254
Figura 4.11 - Seção típica de uma barragem construída com a combinação de rejeito e estéril	255
Figura 4.12 - Classificação de Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA).	272
Figura 4.13 - Aceitabilidade do risco e ampliação do risco	281
Figura 4.14 - Arquitetura social, os pilares da economia ecológica e sua relação com o território e empresa com uma dinâmica política.....	291
Figura 4.15 - A intervenção dos atores da sociedade civil e sua relação com a estrutura, processo, função e forma	293
Figura 4.16 - Transformação social sob as condições de um mercado de trabalho, os elementos e estruturas espaciais	297
Figura 4.17 - Política e subpolíticas no sistema de modernização e seus limitadores	301

Figura 4.18 - Modelo de gerenciamento de projetos I.....	304
Figura 4.19 - Modelo de gerenciamento de projetos II	305
Figura 4.20 - Níveis típicos de custo e pessoal em toda a estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto.....	307
Figura 4.21 - Impacto das variáveis com base no tempo decorrido do projeto.....	308
Figura 4.22 - Matriz de probabilidade e impacto do gerenciamento de riscos.....	310
Figura 4.23 - Diagrama ilustrativo de uma análise bow-tie analysis (BTA).....	315
Figura 4.24 - A estrutura do gerenciamento de risco	316
Figura 4.25 - Etapas do processo de gestão de riscos.....	317
Figura 4.26 - Pilares fundamentais para a segurança de barragens e estruturas de disposição de rejeitos	319
Figura 4.27 - Princípios centrais dos pilares para segurança de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.....	320
Figura 4.28 - Reporte de informações sobre a gestão de estruturas de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.....	321
Figura 4.29 - Monitoramento de estruturas de disposição de rejeitos	322
Figura 4.30 - Integração dos processos de Operação, Monitoramento, Manutenção e Gestão de Riscos na fase de Operação	322
Figura 4.31 - Fluxograma de notificação do plano de ação emergencial	323
Figura 4.32 - Relação entre risco e rentabilidade	324
Figura 4.33 - Etapas do ciclo de vida de barragens e estruturas de disposição de rejeitos	332
Figura 4.34 - Reutilização de instalações industriais	334
Figura 4.35 - Recuperação de áreas degradadas na mineração	337
Figura 4.36 - Etapas do ciclo de vida de uma mina.....	348
Figura 4.37 - Etapas do ciclo de vida de uma mina e alguns cenários	349
Figura 4.38 - Procedimento para o planejamento da desativação de um empreendimento industrial	353
Figura 4.39 - Conceito de fechamento de mina (progressivo)	358
Figura 4.40 - Fases do ciclo de vida de uma mina e de uma estrutura de disposição de rejeitos	359
Figura 4.41 - Etapas de um programa de encerramento de estruturas de disposição de rejeitos	359
Figura 5.1 - Estrutura da pesquisa de campo.....	364
Figura 5.2 - Unidade Minerária do Projeto Salobo	369

Figura 5.3 - Fluxograma de processo simplificado do Projeto Salobo.....	372
Figura 5.4 - Plano Diretor do Projeto Salobo I.....	374
Figura 5.5 - Plano Diretor do Projeto Salobo II	374
Figura 5.6 - Movimentações e teores do Projeto Salobo	376
Figura 5.7 - Ciclo de fechamento com base nas diretrizes seguidas pelo Complexo Minerador do Salobo	385
Figura 5.8 - Arranjo geral da barragem de rejeito Mirim.....	387
Figura 5.9 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alteamento 01	388
Figura 5.10 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alteamento 01	389
Figura 5.11 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 01	389
Figura 5.12 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alteamento 02.....	390
Figura 5.13 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alteamento 02	390
Figura 5.14 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 02.....	391
Figura 5.15 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alteamento 03.....	392
Figura 5.16 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alteamento 03	392
Figura 5.17 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 03.....	393
Figura 5.18 - Seção transversal para altura máxima da barragem.....	394
Figura 5.19 - Vista da barragem de rejeitos Mirim	395
Figura 5.20 - Fluxograma das atividades de inspeção.....	403
Figura 5.21 - Principais etapas de desenvolvimento dos estudos de ruptura hipotética.....	406
Figura 5.22 - Estudo de Dam Break com ruptura em dia chuvoso I	407
Figura 5.23 - Estudo de <i>Dam Break</i> com ruptura em dia chuvoso II.....	408
Figura 5.24 - Estudo de Dam Break com ruptura em dia seco I.....	408
Figura 5.25 - Estudo de Dam Break com ruptura em dia seco II	408
Figura 5.26 - Diagrama topológico das contribuições incrementais no vale a jusante	409
Figura 5.27 - Croqui esquemático da ocupação do reservatório da barragem de rejeitos do mirim (sem escala)	410
Figura 5.28 - Série histórica da cotação da commodities de minério de ferro	416
Figura 5.29 - Produção de minério de ferro pelos principais sistemas produtivos da Vale S.A.	416
Figura 5.30 - Dados financeiros, operacionais e de investimento da Vale S.A.....	417
Figura 5.31 - Ações do balanço de reparação com dados de 29/11/2019	420
Figura 5.32 - Série histórica da cotação das ações da Vale S.A.....	424
Figura 5.33 - Produção mineral de Sossego e Salobo	425

Figura 5.34 - Série histórica da cotação do preço do cátodo de cobre	425
--	-----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Rompimento de Barragens no Estado de MG (1986-2019)	32
Tabela 2.1 - Resumo das diferenças percebidas entre economia e ecologia	56
Tabela 2.2 - Principais biomas ecossistêmicos do planeta	62
Tabela 2.3 - Serviços ecossistêmicos e função ambiental	63
Tabela 2.4 - Quatro categorias de bens e sua relação de rivalidade e exclusividade	69
Tabela 2.5 - Quatro categorias de bens e sua relação de rivalidade e exclusividade na mineração	70
Tabela 2.6 - Características relevantes selecionadas dos recursos bióticos	72
Tabela 2.7 - Características relevantes selecionadas dos recursos abióticos	78
Tabela 2.8 - Resumo das diferenças percebidas entre a física e economia	104
Tabela 3.1 - Ações recomendadas em relação à sustentabilidade e a resiliência da mitigação	177
Tabela 3.2: Mapa da simbologia com os principais conceitos utilizados no instrumental teórico da Figura 3.16.	209
Tabela 4.1 - Sistema de alíquotas referentes aos recursos minerais brasileiros	226
Tabela 4.2 - Cobrança de royalties em outras regiões do mundo	228
Tabela 4.3 - Os 10 municípios paraenses e mineiros que mais arrecadaram CFEM em 2008	231
Tabela 4.4 - Os 10 municípios paraenses e mineiros que mais arrecadaram CFEM em 2018.	231
Tabela 4.5 – Inconsistências entre arrecadação e distribuição do CFEM (ANM)	233
Tabela 4.6 - Dados históricos da evolução de barragens	247
Tabela 4.7 - Resumo comparativo dos principais métodos construtivos de barragens de rejeito	255
Tabela 4.8 - Causas de ruptura em barragens	257
Tabela 4.9 - Relação entre tipos de barragens e suas formas de ruptura	258
Tabela 4.10 - Crescimento da atividade mineral X altura das barragens de rejeito	258
Tabela 4.11 - Resumo dos envolvidos e seus papéis e obrigações conforme a Lei Federal 12.334/2010.	276
Tabela 4.12 - Vínculos empregatícios segundo setor econômico brasileiro entre 2011 a 2017.	296
Tabela 4.13 - Técnicas de análise de riscos	312

Tabela 4.14 - Algumas características da desativação de empreendimentos	336
Tabela 4.15 - Categorias de abordagem adotadas face à questão dos sítios contaminados ...	342
Tabela 5.1 - Resumo das medidas aplicadas a cada tipo de superfície e seu custo estimado	380
Tabela 5.2 - Índice de Desenvolvimento Humano dos Espaços de Interesse.....	382
Tabela 5.3 - Ficha técnica do alteamento 1	389
Tabela 5.4 - Ficha técnica do alteamento 2	392
Tabela 5.5 - Ficha técnica do alteamento 3	393
Tabela 5.6 - Classificação da Categoria de Risco (CRI)	397
Tabela 5.7 - Classificação da Dano Potencial Associado (DPA)	397
Tabela 5.8 - Classificação de Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA)	397
Tabela 5.9 - Matriz de classificação quanto às características técnicas	398
Tabela 5.10 - Matriz de classificação quanto ao estado de conservação.....	399
Tabela 5.11 - Matriz de classificação quanto ao plano de segurança de barragem	401
Tabela 5.12 - Matriz de classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA).....	402
Tabela 5.13 - Manutenção periódica na barragem de Salobo I	403
Tabela 5.14 - Manutenção periódica na barragem de Salobo II.....	404
Tabela 5.15 - Histórico construtivo da barragem de rejeitos do Mirim	405

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	Agência de Desenvolvimento da Amazônia
ADA	Área Diretamente Atingida
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANA	Agência Nacional de Águas
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Áreas de Proteção Permanente
APR	Análise Preliminar de Riscos
AQR	Análise Quantitativa de Riscos
ASCOM	Assessoria de Imprensa e Comunicação
B2B	Business to Business
BACEN	Banco Central do Brasil
BAP	Best Applicable Practices
BAT	Best Available Technology
BM	Banco Mundial
BMg	Benefício Médio Marginal
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BTA	Avaliação de Riscos e Controles (Diagrama Gravata Borboleta)
CAPM	Modelo de Formação de Preços de Ativos
CASO	Committe of Sponsoring Organizations of the Treadway
Commission	
CBDB	Comitê Brasileiro de Barragens
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CGU	Controladoria Geral da União
CIBG/ICOLD	Internacional Commission on Large Dams
CMg	Custo Médio Marginal
CN	Capital Natural
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CP	Capital Produzido

CPI	Comissão Parlamentar de Inquérito
CRI	Categoria de Risco
CT	Características Técnicas
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
DCE	Declaração de Condição de Estabilidade
DMP	Dano máximo potencial
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral
DOCEGEO	Rio Doce Geologia e Mineração
DPA	Dano Potencial Associado
EC	Estado de Conservação
EdR	Engenheiro de Registros
EE0X	Poder Executivo Estadual
EF0X	Poder Executivo Federal
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EM0X	Poder Executivo Municipal
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
ETA	Análise por Árvore de Eventos
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FI0X	Firmas
FMEA	Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos
FMECA	Análise dos Modos de Falha, Efeito e Criticidade
FS	Fatores de Segurança
FTA	Análise de Árvore de Falhas
GT	Grupo de Trabalho
HAZOP	Estudo de Perigos e Operabilidade
HHS	Regra de Hicks-Hartwick-Solow
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

Renováveis

IBP	Programa Biológico Internacional
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMM	International Council on Mining & Metals
ICMS	O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEM	Indústria Extrativa Mineral

ISBEE	Índice de Sustentabilidade do Bem-Estar Econômico
ISO	International Organization for Standardization
IUM	Imposto Único Mineral
JU0X	Poder Judiciário
LE0X	Poder Legislativo
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MAM	Movimento pela Soberania Popular na Mineração
MEA	Millenium Ecosystem Assessment
MMA	Ministério de Meio Ambiente
MME	Ministério das Minas e Energias
MPF	Ministério Público Federal
MTCD	Melhor Tecnologia de Controle Disponível
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
ONU	Organização das Nações Unidas
PAEBM	Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração
PCA	Plano de Controle Ambiental
PDCA	Planejar, Fazer, Verificar e Agir
PDMi	Plano Diretor de Mineração
PE	Pegada Ecológica
PGR	Plano de Gerenciamento de Riscos
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	Procedimento Investigatório Criminal
PMBOK	Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos
PMI	Project Management Institute
PMP	Perda máxima possível
PNE	Perda normal esperada
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PoEMAS	Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade
PRAD	Programa de Recuperação das Áreas Degradadas
PS	Plano de Segurança

RAL	Relatório Anual de Lavra
RENCA	Reserva Nacional de Cobre e seus Associados
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEDEME	Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Mineração
e Energia	
SEMAS	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SICOM	Secretaria de Mineração, Indústria, Comércio e Tecnologia
SIGBM	Sistema Integrado de Gestão de Segurança em Barragens de
Mineração	
SIL	Avaliação do Nível de Integridade e Segurança
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SO0X	Sociedade
TAC	Termos de Ajuste de Conduta
TCU	Tribunal de Contas da União
TFRM	Taxa Estadual Recursos Minerais
TIC	Técnica de Incidentes Críticos
TPTP	Taxa de Preferência Temporal Pura
UC	Unidade de Conservação
UFPA	Universidade Federal do Pará
UNIFESSPA	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
USP	Universidade de São Paulo
VPL	Valor Presente Líquido
WWF	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	25
1.1. O ESCOPO	25
1.1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO	26
1.2. HIPÓTESE.....	35
1.3. OBJETIVOS	36
1.3.1. Objetivo geral	36
1.3.2. Objetivo específico	36
1.4. O DEVIR COMO MÉTODO.....	37
1.5. AS TEORIAS, OS MÉTODOS E SEUS PROCEDIMENTOS.....	40
2. FUNDAMENTOS CENTRAIS DA ECONOMIA ECOLÓGICA.....	52
2.1. DA ECOLOGIA A ECONOMIA: CONCEITOS E PRINCÍPIOS GERAIS	55
2.2. DO MICRO AO MACRO: O MUNDO VAZIO E O MUNDO CHEIO.....	78
2.3. AS CONTRIBUIÇÕES DA TERMODINÂMICA AO PENSAMENTO ECONÔMICO ...	95
2.4. O METABOLISMO ECONÔMICO-SOCIAL-ECOLÓGICO: BASES, CONCEITOS E NOÇÕES.....	105
3. DA GEOGRAFIA HUMANA À ECONOMIA ECOLÓGICA: INSTRUMENTAÇÃO DO MODELO.....	118
3.1. PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS, A CAPACIDADE DE SUPORTE E OS ELEMENTOS ESPACIAIS	125
3.2. OS EVENTOS, HORIZONTALIDADES, VERTICALIDADESE A RUGOSIDADE ESPACIAL.....	153
3.3. MINERAÇÃO E BARRAGENS DE REJEITO: ESTRUTURA, PROCESSO, FUNÇÃO E FORMA.....	167
3.4. OS PILARES DA ECONOMIA ECOLÓGICA PELOS SISTEMAS DE OBJETOS E SISTEMAS DE AÇÕES	181
4. MINERAÇÃO E BARRAGENS DE REJEITO: A SOCIEDADE DE RISCO, GESTÃO DE RISCO E DESENGENHARIA	210
4.1. RECURSOS MINERAIS: A MINERAÇÃO NO BRASIL, SEUS ROYALTIES E DESAFIOS.....	216
4.2. BARRAGENS DE REJEITO: QUESTÕES HISTÓRICAS E TÉCNICAS	244

4.3.	BARRAGENS DE REJEITO: QUESTÕES JURÍDICAS E POLÍTICAS	260
4.4.	A SOCIEDADE DE RISCO COMO PROBLEMA OCULTO NA TOTALIDADE ESPACIAL.....	278
4.5.	GERENCIAMENTO DE RISCOS: DO CHÃO DE FÁBRICA AO MERCADO FINANCEIRO.....	303
4.6.	DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA À DESENGENHARIA DOS COMPLEXOS INDUSTRIAIS.....	329
5.	APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO AO PROJETO SALOBO: DA TOTALIDADE AO LOCAL.....	361
5.1.	HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO NOS ESTUDOS PARA A FIRMA: ESTRUTURA, PROCESSO, FUNÇÃO E FORMA, E O AMBIENTE NATURAL..	366
5.2.	HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM DE REJEITOS NOS ESTUDOS PARA A FIRMA: INFRAESTRUTURA E SUAS RUGOSIDADES ESPACIAIS	386
5.3.	AS FIRMAS E SUAS INSTITUIÇÕES: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO.....	410
5.4.	O ESTADO E SUAS INSTITUIÇÕES: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO.....	433
5.4.1.	O Poder Legislativo.....	435
5.4.2.	O Poder Judiciário	441
5.4.3.	O Poder Executivo	447
5.5.	A SOCIEDADE E SEUS MOVIMENTOS SOCIAIS: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO.....	474
6.	CONCLUSÕES	496
	REFERÊNCIAS	528
	ANEXO I.....	553
	ANEXO II	555

1. INTRODUÇÃO

1.1. O ESCOPO

Esta tese tem por objetivo avançar nas análises de políticas públicas e empresariais no que se refere à segurança das barragens de rejeito de mineração, seu gerenciamento de riscos e os planos de fechamento de mina. Inicialmente avaliamos o contexto em escala global, passando para a nacional, e, posteriormente, a criação de um modelo e sua aplicação pela equivalência local. O estudo analisou parte do Projeto Grande Carajás, relacionado ao empreendimento de extração de cobre da Vale/SA – Projeto de Salobo. Levou-se em conta a atualização dos critérios de projetos de segurança de barragens de acordo com a política nacional PNSB – Lei 12.332/2010 – Legislação AMN/ANA/ANEEL, bem como as atuais mudanças e atualizações legislativas, sobretudo, após os crimes corporativos da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019), como a portaria DNPM nº 70.389/2017, a resolução ANM nº13/2019 e a criação do Sistema Integrado de Gestão de Segurança em Barragens de Mineração (SIGBM). Utilizamos dentro das perspectivas da Geografia Humana e da Economia Ecológica compreender os fenômenos associados aos riscos e vulnerabilidades do rompimento hipotético da barragem Mirim, bem como verificar os impactos econômicos, sociais e ecológicos que muitas vezes não estão plenamente contempladas nos EIA/RIMAS dos projetos, com o foco no espaço banal. Duas questões temporais serão analisadas, sendo uma de curto prazo (rompeu, e agora?), que visa apresentar o atual panorama relacionado a este risco. Já a outra perspectiva, se dará no *devir* (tendência secular), que visa auxiliar nas políticas públicas e considerar as gerações futuras como *bens públicos* a serem protegidas pelo Estado. Buscamos um trabalho amplo de verificação em que todos os elementos espaciais fossem avaliados, da totalidade ao lugar, sendo: a sociedade, as firmas, as instituições (o Estado), o meio ecológico (meio natural) e as infraestruturas. O primado da biologia e da física desloca a economia para um subsistema, ou seja, a economia se torna apenas uma das diversas estruturas espaciais. A adoção dos pilares da economia ecológica torna se capaz de unificar a biologia e a física com a economia, por considerar o fluxo entrópico (*throughput*), refletindo a capacidade de suporte com as mais diversas categorias de capital (natural, cultural, manufaturado e cultivado), a sociedade de risco, a desengenharia, dado as rugosidades espaciais dessas estruturas, moldando a ação humana.

1.2. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Este trabalho nasceu sob a reflexão acerca dos dois principais rompimentos de barragens ocorridos em Minas Gerais. O primeiro envolveu a barragem de Fundão, da mineradora Samarco S.A., ocorrido na tarde do dia 5 de novembro de 2015, no subdistrito de Bento Rodrigues, a 35 km do município de Mariana/MG. O segundo foi da mineradora Vale S.A., na mina do Córrego do Feijão, em que sua barragem I, criou o caos no município de Brumadinho/MG, no dia 25 de janeiro de 2019. Ambos extrapolaram e muito a área das empresas, com repercussões espaciais, territoriais de longo e médio prazos.

O primeiro evento é considerado o maior crime ambiental da história do Brasil, e o segundo, o maior crime trabalhista brasileiro. Conforme Sánchez (2018, p.1), a barragem de fundão continha 52 milhões de m³ de rejeito, sendo que foram despejados cerca de 32 milhões de m³ de lama na bacia do Rio Doce e no litoral capixaba (IBRAM, 2016, p. 127). Resende, Cordeiro e Silva (2019) destacaram que, apesar do volume de rejeito vazado da barragem da Vale S.A., ser inferior ao da Samarco S.A., cerca de 12 milhões de metros cúbicos, a segunda ocorrência expôs a Vale, não havendo a possibilidade de a firma alegar ser meramente uma acionista, como o fez em 2015, deixando um rastro de quase 300 mortes.

Esses dois episódios envolveram as barragens de rejeitos, definidas como:

[...] estruturas de engenharia projetadas para armazenar com segurança os resíduos do tratamento de minérios, uma operação que concentra os minerais que contém substâncias de interesse (neste caso, minerais de óxido de ferro, principalmente a hematita), separando-os de outros minerais. O processamento de minérios requer britagem e moagem, produzindo grãos finos o suficiente para possibilitar a separação física ou físico-química do minério de outros minerais. O minério assim concentrado passa por processamento adicional, muitas vezes em outros locais, mas os rejeitos são descartados nas imediações da mina. Embora sejam projetadas para durar por toda sua vida operacional e além (após o devido fechamento), as barragens de rejeitos (ou outras instalações de armazenamento de rejeitos) podem romper o que ocorre com muito mais frequência do que nas barragens de água (SÁNCHEZ, et al., 2018, p. 1).

Houve em momentos anteriores aos dois rompimentos citados, um megaciclo das commodities de minérios, associada ao período de 2003 a 2013, “[...] quando as importações globais de minérios saltaram de US\$38 bilhões para US\$ 277 bilhões (um aumento de 630%)” (MANSUR; et al., 2016, p. 18). Com o aumento dos preços das commodities minerais, há um estímulo aos empreendedores a aumentar sua escala, ampliar sua capacidade de produtiva, o que tende a enfraquecer os mecanismos de segurança e manutenção, refletindo em possíveis rompimentos de barragens. No caso inverso, o efeito também ocorre, pois no caso de retração

dos preços, os empreendedores do setor irão aumentar sua escala, para reduzir as perdas econômicas, ampliando as probabilidades de rompimento. Deve ficar claro, que em ambas as situações, os trabalhadores do setor sempre serão pressionados por seus superiores, e isso, inevitavelmente, resulta em erros. Dessa forma, a questão mineral retornou com mais força aos debates acadêmicos, profissionais e de movimentos sociais, mas regressou de novos olhares e modelos.

Sabemos que este setor tem um caráter cíclico, em que uma das etapas iniciou em janeiro de 2000, momento em que o valor do minério estava cotado em US\$ 28,79 a tonelada, tendo um pico de US\$ 195,95 a tonelada em abril de 2008 (Figura 1.1.). Em novembro de 2015, o valor da tonelada estava na ordem de US\$ 46,86, e em dezembro de 2019 o valor consistia em US\$92,65¹.

Figura 1.1 - Preço do minério de ferro* (em US\$/ tonelada métrica seca), 2000-2020.

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Disponível em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado/?mercadoria=min%C3%A9rio-de-ferro&meses=120>. Acesso: 12, jan. 2020.

Relacionado aos crimes corporativos como estratégia de desengajamento moral, utilizando a proposta de Bandura (1990, 1991) e Bandura, Caprara e Zsolnai (2000), percebe-se que após os dois crimes corporativos da Samarco S.A. e Vale S.A., o valor das commodities minerais teve um aumento de cerca de 50%, criando uma pressão para se minerar ainda mais, com o objetivo de compensar as perdas financeiras. Todavia, nessa busca pela maximização contábil da riqueza, as firmas, ou seja, as empresas, desconsideraram os passivos ambientais e os

¹ Disponível em: <https://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado/?mercadoria=min%C3%A9rio-de-ferro&meses=120>. Acesso: 12, jan. 2020.

passivos do sofrimento social que são produzidos e reproduzidos pelo atual modelo mineral. Assim, essas empresas criam estratégias e manobras para confundir a sociedade sobre suas atitudes transgressoras.

A partir da compreensão desses passivos emerge a principal linha de pensamento econômico em que esta tese se valeu, como a economia ecológica, com apoio dos métodos da geografia humana, e outras áreas, o que contribui para o caráter interdisciplinar da tese. Dessa maneira, entendemos a interdisciplinaridade como um formato plural de conhecimento que supera o limite da própria multidisciplinaridade, e que com isso, cria uma interação global entre as várias ciências e formas de conhecimento.

Um dos principais conceitos da economia ecológica é a capacidade de suporte (ou carga) das funções e serviços ecossistêmicos. De acordo com esse conceito, tudo leva a crer que as mineradoras, Samarco S.A. e Vale S.A. exploram seus limites, e não respeitam a capacidade de carga, além de criar efeitos colaterais latentes na sociedade de risco.

Para Romeiro (2010), a capacidade de suporte do planeta, quando ultrapassada, inevitavelmente criará grandes catástrofes ambientais, o que vem sendo reforçado pelo atual modelo da mineração. Por causa do desconhecimento da capacidade de suporte, a ação humana deve adotar uma postura precavida, valendo-se do princípio da precaução. É necessário criar “[...] condições socioeconômicas, institucionais e culturais que estimulem não apenas um rápido progresso tecnológico poupador de recursos naturais”, portanto, sendo também de fundamental importância, a criação de medidas que altere o paradigma consumista que consiste em um “[...] crescimento contínuo e ilimitado do uso de recursos naturais per capita” (ROMEIRO, 2010, p. 8).

Considerando os megaciclos das commodities, procuramos avaliar a correlação entre o preço do minério e os incidentes com barragens de rejeito com isso surgem a seguinte pergunta: há ou não uma correlação positiva entre esses dois fatores? Pesquisadores do Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (PoEMAS) afirmam que existe uma correlação estrutural entre os ciclos econômicos e os eventos de rompimento de barragens. Davies e Martins (2009) quando avalia o pós-crescimento dos ciclos econômicos, apontam para indícios quantitativos de um aumento no rompimento de barragens, visto que, ao considerar uma análise dos últimos 45 anos (1965-2009) percebe-se uma relação entre a desvalorização do preço do minério e o aumento do número de rompimentos de barragens (Figura 1.2). Estes pesquisadores destacam que é preciso entender essa dinâmica, sobretudo para analisar o caráter estrutural do

rompimento de barragens, algo que buscaremos ao longo dessa pesquisa (MANSUR; et al., 2016).

Figura 1.2 - Variação do Preço do Minério e Incidentes de Barragens de Rejeito.

Fonte: Davies e Martin (2009, p. 5).

Davies e Martin (2009) reconhecem que apesar de estudos relacionando os acidentes com as barragens de rejeito e sua relação com os preços das commodities não constituir esforços científicos, todavia, esse empenho demonstra que apesar da controvérsia dos métodos e rigor estatístico, oferece uma leitura para se gerar o debate. Percebem assim, que as principais causas desse comportamento variam entre: i) fragilidade do licenciamento ambiental; ii) pressão sobre as agências ambientais; iii) contratação de técnicos pouco experientes e sobrecarga dos experientes; e iv) opção pela minimização de custos e otimização da produção.

Paulo Cesar Abrão, diretor da Geoconsultorias - especialista em barragens, e com vasta experiência neste tema, afirmou categoricamente à revista Brasil Mineral que “as barragens de rejeito não são seguras. Elas estão seguras”, dado que o “[...] conceito de segurança de uma barragem é temporal” (ALVES, 2015, p. 20). O especialista acredita que em momentos cíclicos podem as empresas afrouxar sua gestão de risco tornando o monitoramento mais brando. Sendo assim, esse pensamento embasa a tese de que as variações no preço das commodities influenciam os incidentes com barragens.

O monitoramento é a chave para analisar os elementos de planejamento das ações, dado que “[...] se não for feito dessa maneira, no fundo, o responsável pelo monitoramento passa a ser apenas um historiador. Vai contar a história” (ALVES, 2015, p. 20). Isso se verifica nos casos dos crimes corporativos da Samarco (2015) e Vale (2019) “[...] que viraram, muito rapidamente, uma extensão do complexo minerador” (ZONTA; TROCATE, 2016, p. 7).

A questão do monitoramento é fundamental para a segurança, visto que em momentos de crise é criada uma pressão sobre os funcionários no processo produtivo, em razão dessa pressão, partindo dos acionistas aos CEOs da empresa, ocasionando com isso, a negligência de alguns aspectos da segurança. Esta ideia foi apresentada pelo especialista em Engenharia de Minas e Petróleo, com ênfase em lavras, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), o professor Sérgio Médici de Eston, no programa Entre Aspas (2015). Ao se pensar no caso da Samarco S.A., o professor afirma que a empresa tem um bom corpo técnico de engenheiros, sempre bem-conceituada, todavia, o preço do minério caiu muito nos últimos anos, forçando as empresas a enxugarem seus custos. Por este motivo, e considerando que o Brasil não tem uma cultura de segurança como valor, ocasionou eventos de grandes proporções. Portanto, continua, uma das causas é deixar de fazer a manutenção, tornando o monitoramento mais brando, mesmo sabendo dos riscos operacionais, financeiros e de *compliance* (Programa entre aspas, ESTON, 2015).

Especialistas como Eston e Abrão consideram que a assimetria de informações² foi fator determinante para o rompimento da Barragem de Fundão, afinal, “[...] quando se passa a fazer medições de vários vetores, pode-se chegar, dentro de quatro ou cinco meses, e ver que a barragem está rompendo” (ALVES, 2015, p. 21). Em outras palavras, podemos afirmar que as firmas não utilizaram das informações disponíveis, negligenciando-as, o que configura em um crime corporativo.

Crimes corporativos não são novidades, derivando de crimes financeiros a socioambientais, como os casos das empresas Enron, Lehman Brothers, WorldCom, HealthSouth Corporation, Satyam Computer Services, Petrobrás, Bhopal, Exxon, Hoffman-La Roche, ICMESA, Volkswagen, integrando recentemente a lista a Samarco e Vale.

É possível fazer avaliações mensais da segurança da barragem e de posse do relatório tem se a possibilidade de medir, avaliar, verificar, e assim tomar as decisões corretivas e

²“Muitas vezes, na vida, algumas pessoas estão mais bem informadas do que outras e essa diferença de informação pode afetar as escolhas que elas fazem e a maneira como se relacionam umas com as outras. Pensar nessa assimetria pode lançar luz sobre muitos aspectos do mundo real, do mercado de carros usados ao costume de dar presentes”, ao rompimento de uma barragem (MANKIW, 2005, p. 516).

preventivas para que se possam cumprir as métricas de segurança de barragens. Com os dados supracitados, verificamos uma relação entre intensificação do processo produtivo e a necessidade de megaestruturas, como é o caso das barragens, devido à necessidade do descarte de rejeitos do processo mineral. Constituem-se de tal forma “[...] riscos potenciais para o meio ambiente e a sociedade que vive em seu entorno” (ALVES, 2015, p. 22).

Vale ressaltar que a Barragem de Fundão era relativamente nova, tendo iniciado sua operação em meados de 2008. Dois anos depois, em 2010, passou pelo processo de alteamento³, com uma previsão de vida útil estimada para até 2022. Em 2012 e 2013 foram feitos novos estudos pelos órgãos ambientais de Minas Gerais, esse estudo relatou a saturação precoce da barragem, devido à expansão do projeto P4P. Essa barragem estava no limite de sua capacidade total (MILANEZ; SANTOS; MANSUR, 2016).

Já a barragem I (mina) Córrego do Feijão, situada em Brumadinho/MG era mais antiga e já tinha sido desativada. A metodologia dessa barragem, quando relacionada à Agência Nacional de Mineração (ANM), responsável pela fiscalização atestava estabilidade, com baixo dano potencial associado (DPA) e a categoria de risco (CRI). O DPA e o CRI são instrumentos majoritariamente burocrático, não proporcionado segurança e tranquilidade às populações. Nesta sequência, temos dois exemplos importantes para análise, pois, de um lado havia um empreendimento novo e do outro, uma barragem antiga e desativada. Ambas romperam, o que demonstra a temporalidade, pois, ao se falar em segurança de barragem, vemos que isso não é fator determinante para a sua estabilidade. Dessa maneira, a barragem do Projeto Salobo não é muito mais nova que a barragem da Samarco, e apesar da utilização de métodos diferentes (de a montante para a jusante).

O rompimento das barragens de rejeitos não é novidade do setor mineral no Brasil e no mundo. Observamos também que diversas barragens já sofreram rupturas, devido ao processo de monitoramento precário, no qual não houve aprendizado por parte do setor público e privado. Todos esses problemas decorrem da irreversibilidade e de limites que, conforme Romeiro (2010, p. 9) advém “[...] da segunda lei da termodinâmica (lei da entropia) em contraposição à primeira (sobre a transformação da matéria), na qual essa ideia não faz sentido e sobre a qual se baseia implicitamente a teoria econômica convencional”. Em Minas Gerais, desde 1986,

³O método de alteamento deriva dos métodos construtivos de barragens. Basicamente são três metodologias para barragens de rejeito: (I) método de jusante; (II) método de montante; (III) método da linha do centro. A depender do método, cria-se a necessidade de aumentar a altura da barragem, de modo a suportar maiores quantidades de rejeitos. (CARDOSO, et al., 2016, p. 79-82).

foram registrados sete casos de rompimento de barragens de rejeito, demonstrando a atuação da lei da entropia (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Rompimento de Barragens no Estado de MG (1986-2019)

Município	Ano	Nome	Tipo
Itabirito	1986	Barragem de Fernandinho.	Barragem de rejeitos minerários.
Nova Lima	2001	Barragem de Macacos.	Barragem de rejeitos minerários.
Cataguases	2003	Barragem em Cataguases.	Barragem de rejeitos industriais.
Miraf	2007	Barragem da Rio Pomba/Cataguases.	Barragem de rejeitos minerários.
Itabirito	2014	Barragem da Herculano.	Barragem de rejeitos minerários.
Mariana	2015	Barragem Fundão.	Barragem de rejeitos minerários.
Mariana	2015	Barragem Santarém.	Barragem de rejeitos minerários.
Brumadinho	2019	Barragem I.	Barragem de rejeitos minerários.

Fonte: Adaptado pelo autor – IBGE (2019). Disponível em: www.ibge.gov.br

Cechin e Veiga (2010, p. 43), usando como base o economista Georgescu-Roegen, quando tratam da segunda lei da termodinâmica (lei da entropia), consideram que “[...] a quantidade de matéria e energia incorporado aos bens finais é menor que aquela contida nos recursos utilizados em sua produção”. Dessa forma, parte da energia e do material de baixa entropia se transforma imediatamente em resíduos, que nesse caso é caracterizado pela lama de rejeitos. Observamos por esta perspectiva o grande problema no qual a sociedade está inserida, pois, estimativas consideram que no Brasil existem aproximadamente 670 barragens de rejeitos de mineração e 295 barragens de resíduos industriais, tendo acontecido aproximadamente 80 rompimentos em todo o país, embora com pouca repercussão midiática (ANA, 2018). Desse montante, menos de 400 barragens de mineração estão contempladas na Política Nacional de Segurança de Barragens (Figura 1.3).

Figura 1.3 - Barragens de mineração contempladas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)

Fonte: ANM. Disponível em: www.anm.gov.br... Acesso: 12 de jun. 2019.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos, no caso da Barragem de Fundão, são avassaladores, e representam o maior acidente ambiental da história do Brasil e um dos maiores do Mundo. O EIA-RIMA do empreendimento possuía uma previsão totalmente diferente do ocorrido, o que ilustra como frágil a situação do licenciamento ambiental do Brasil; pois, não se considera o pior cenário. Todavia, sabemos que a lama produziu destruição por 663 km nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, adentrando 80 km² o mar do Estado do Espírito Santo. Seu caminho passou com alto impacto por municípios de Minas Gerais: Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Gesteira, Barra Longa e outros cinco povoados no distrito de Camargo. Foram 19 mortos/desaparecidos, mais de 1200 pessoas desabrigadas, pelo menos 1469 hectares de terra destruídos, incluindo áreas de proteção permanente (APP) e unidades de conservação ambiental (UC). Pescadores, ribeirinhos, agricultores, povos indígenas, assentados da reforma agrária, populações tradicionais, moradores, indústrias, empresários, comerciantes, prefeituras, entre tantos outros *stakeholders*, tiveram prejuízos que necessitam de uma contabilização, afinal, quem pagará por isso? (MANZUR, et al., 2016).

Várias dessas pessoas acreditam que o pior já passou, porém, a vida de muitas famílias tende a piorar nos próximos anos devido a outras perdas materiais e de saúde (física e mental). No início de 2020, o Estado de Minas Gerais sofreu com enchentes nesses territórios afetados pelas barragens da Samarco e da Vale, o que pode vir a gerar graves problemas de saúde ocasionados pela contaminação da água e do solo. Para além dessas perdas, a saúde (física e

psicológica) da população pode ser prejudicada, o que acarreta maiores investimentos do setor público e o aumento de impostos ou corte de verbas em outras áreas. Esses valores, muitos até com alta complexidade de valoração, não estão sendo considerados, mas deveriam, sobretudo pelo impacto na perspectiva temporal de médio e de longo prazo.

Diversos municípios banhados pelo Rio Doce e Rio Paraopebas, sofreram com desconforto e prejuízo a milhares de pessoas, pois elas tiveram seu abastecimento de água interrompido. “Os efeitos da lama e da falta de água refletiram sobre residências e prejudicaram atividades econômicas, de geração de energia e industriais [...], ” visto, que não se pode esquecer-se dos impactos ecossistêmicos e diversas perdas humanas e animais, algumas de espécies ameaçadas de extinção (MANSUR, et al., 2016, p. 31).

Dessa forma, estes eventos causam diversos impactos socioambientais em várias perspectivas temporais (curto, médio e longo prazo). Para exemplificar, Manzur, et al. (2016, p. 32) considera que “[...] o impacto imediato foi a total destruição de residências, infraestruturas e ainda áreas de pastagem, roças e florestas”. Já, no longo prazo, os pontos centrais são relacionados à saúde e resiliência do ambiente natural, essas por sua vez são incógnitas que necessitam de investigação.

No caso dos impactos ambientais, sociais e econômicos do rompimento da barragem I da Vale S.A., diferenciam sobremaneira do caso da Samarco S.A. O impacto ambiental, ainda que grande, não chegou às proporções da barragem de Fundão, apesar de que “a lama destruiu ou comprometeu de forma irreparável todas as formas de vida por onde passou, arrasando uma área equivalente a quase 300 campos de futebol” (CPI DA BARRAGEM DE BRUMADINHO, 2019, p. 1).

No entanto, o impacto social foi muito superior ao crime corporativo de 2015, pois, conforme o relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI), foram confirmadas 272 mortes ou presumidas, com 21 pessoas ainda não localizadas. Devemos lembrar que logo após o rompimento de 2019, ocorreu um pânico generalizado, criado pela própria empresa em diversos municípios. As empresas emitiam com frequência um alerta de ruptura (de outras barragens), tendo em vista treinamentos ou até identificação de riscos. Isso se deu devido à recusa das empresas de auditoria para emitir a Declaração de Condição de Estabilidade (CPI DA BARRAGEM DE BRUMADINHO, 2019).

No crime corporativo da Samarco S.A., o principal desafio consiste em contabilizar os custos dos passivos ambientais. Já no crime corporativo da Vale, não há sequer uma métrica para se contabilizar o que chamamos de passivos do sofrimento social. Para que se possa

entender a totalidade, não se deve pensar apenas nos impactos econômicos, afinal, o ambiental e social apresentam relevância mais significativa, o que reforça a importância de se calcular ambos os passivos (ambiental e do sofrimento social).

Para a economia ecológica, os custos são mais abrangentes e complexos do que apenas os valores monetários. Como vemos, muitos dos impactos e custos mencionados acima serão arcados pela própria população, sendo que grande parte dessas pessoas nem possuem relação com a mineradora. Hoje, não se faz ideia do impacto monetário real quando se pensa nas famílias atingidas (direta ou indiretamente), no entanto, é possível valorar os impactos dos ecossistemas. Barcelos, et al. (2019) utilizando do método proposto por Robert Costanza e colaboradores, estimou o valor de R\$548.058.795,18/ano, para os serviços e funções ecossistêmicas que foram perdidos no crime corporativo da Samarco S.A. (2015). Desse modo, Barcelos (2019) aplicando o mesmo modelo ao crime corporativo da Vale S.A. (2019) identifica o valor aproximado de R\$151.327.478,01/ano. Esse montante deve ser compreendido como valor mínimo, sobretudo, quando se pensa nas funções e serviços ecossistêmicos afetados.

Conforme Cechin e Veiga (2010a), os custos para economia ecológica são diferenciados, pois não se consideram as questões simplesmente monetárias, portanto, todo o custo do crescimento da produção material. Devido a essas questões, a economia ecológica é “[...] inteiramente cética sobre a possibilidade de crescimento por tempo indeterminado, e mais ainda quanto à ilusão de que o crescimento possa ser a solução para os problemas ecológicos” (CECHIN; VEIGA, 2010a, p. 45).

Diante de tamanha catástrofe ambiental, social e econômica, emerge a necessidade de uma maior compreensão a respeito das barragens de rejeitos de minérios, adentrando a questão mineral do País. As reflexões diante de tamanho descaso público e privado, estão relacionadas às questões temporais de curto prazo e no devir, não deixando de lado o médio, e longos prazos como estruturas para análise. Afinal, nos resta saber, ou pelo menos buscar prever quantas cargas a sociedade terá que arcar pela inação do Estado e ganância corporativa. Parte da carga já foi lançada ao ambiente natural e sociedade, derivada da cupidez empresarial, tornando indispensável questionarmos “quantas mais cargas teremos que aguentar nas costas desse sistema de exploração mineral”? (TROCATE; ZONTA, 2016, p. 13)

1.3. HIPÓTESE

Os agentes políticos do desenvolvimento em mineração não estão preocupados com o devir. Isto posto, a hipótese desse trabalho só pode ser testada com uma ação interdisciplinar, na qual devemos compreender como os elementos espaciais se relacionam com os pilares da economia ecológica e os elementos ocultos da totalidade geográfica. Nesse sentido, se torna importante compreender os sistemas de ações e sistemas de objetos e como estes modificam, objetiva e subjetivamente, o tempo histórico e o espaço geográfico. A lógica econômica do modelo hegemônico produz e reproduz uma racionalidade incompatível com o primado biológico e físico, tese reforçada pela perspectiva de um evento relacionado ao rompimento das barragens de mineração, em que os agentes políticos optam pela inação deliberada.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Criar, apresentar e aplicar um instrumento teórico relacionando as principais categorias de análise da economia ecológica e da geografia humana, entre outras áreas, contemplando da totalidade espacial, ao local, sob o objeto barragem de rejeitos, considerando o evento de um provável rompimento no Projeto Salobo/PA, a fim de compreender os impactos, riscos, vulnerabilidades, tensões, conflitos e as relações de poder entre os elementos espaciais e as possíveis soluções.

1.4.2. Objetivo específico

1) Criar um elo entre a Economia Ecológica e a Geografia Humana, para que se compreenda a capacidade de suporte ecossistêmico e sua relação com os sistemas de objetos e sistemas de ações no metabolismo socioecológico.

2) Verificar o papel do Estado como principal agente para minimização dos impactos relativos ao evento de rompimento de barragens, de modo a nortear as ações humanas por uma visão ética de longo prazo (devir), e ainda englobando todos os elementos espaciais, os seus limites e as suas rugosidades.

3) Analisar os riscos e vulnerabilidades da sociedade e do ambiente natural quanto às barragens de rejeito da mineração; e como os sistemas de objetos e sistemas de ações influenciam estes eventos, em relação ao espaço geográfico e o tempo histórico.

4) Aplicar o instrumental teórico no Projeto Salobo S.A. buscando compreender a visão, limitadores e o tensionamento entre os agentes políticos do desenvolvimento da mineração e suas relações de poder, perseguindo tanto uma contribuição descritiva, como analítica, por meio de uma leitura transversal e plural.

1.5. O DEVIR COMO MÉTODO

“DEVIR OU VIR-A-SER: O mesmo que mudança. Uma forma particular de mudança absoluta ou substancial que vai do nada ao ser, ou do ser ao nada.”

A sociedade ocidental, remontando ao ideário iluminista, sai de uma natureza frágil em direção a uma sociabilidade que altera não apenas aos próprios indivíduos, mas também, e profundamente, à própria natureza. Essa dinâmica de um *devenir* social se constrói a partir de uma perspectiva que confiava plenamente na impossibilidade da escassez dos recursos naturais. O ideário hegemônico consiste na falácia de uma constante renovação do ambiente natural e adaptação deste ao modo de vida humano. Seres que por intermédio da racionalidade podem erigir em um mundo natural distante da naturalidade por meio da exploração, alteração e manipulação dos recursos disponíveis, porém:

O ser humano pertence ao mesmo tempo (e de maneira difícil de separar no pensamento) à natureza e à sociedade. Esse ser simultâneo foi mais claramente reconhecido por Marx como processo, na medida em que diz, repetidamente, que o devir humano traz consigo um recuo das barreiras naturais. É importante enfatizar: fala-se de um recuo, não de um desaparecimento das barreiras naturais ou de sua superação total. De outro lado, porém, jamais se trata de uma constituição dualista do ser humano. O homem nunca é de um lado natureza humana e social, de outro pertencente à natureza; sua humanização, sua sociabilização, não significa uma fissura de seu ser em espírito (alma) e corpo. Vê-se que também aquelas funções do seu ser que permanecem sempre naturalmente fundadas, no curso do desenvolvimento da humanidade se sociabilizam cada vez mais (LUKÁCS, 1979, p. 313-314).

Não obstante, nas últimas décadas do século XX e nas primeiras décadas do século XXI podemos perceber, em longo prazo (*vir-a-ser*) uma apropriação da natureza em um acondicionamento à escassez de recursos. Essas apropriações, são controladas por poucos detentores de riquezas, elas constituem-se da destruição permanente do ambiente natural,

confluindo com a alteração do *modus operandi* da humanidade em relação à natureza após as revoluções industriais e a alteração nas dinâmicas econômicas da sociedade.

Dessa maneira, o capitalismo apresenta-se como sistema de produção e reprodução da vida humana, sob a legislatura de um mercado de contínua abundância e escassez; o capitalismo traz um modo de exploração, traz um possível molde de um mundo mais seguro para o desenvolvimento das sociedades em vulnerabilidade natural (sociedade). Nesse sentido, ele (capitalismo) também nos torna frágil frente às respostas que obtemos de um meio natural não mais renovável e constantemente assolado pelas alterações profundas decorrentes da conduta humana.

Se, por um lado, nosso trunfo sobre a naturalidade é a atividade sensível, subjetividade objetivada e objetividade subjetiva, ou seja, o trabalho humano como égide das transformações que nos fazem demiurgos de um mundo novo, entrecruzado e, ao mesmo distante da naturalidade inicial à qual estávamos submetidos. Por outro lado, a constante necessidade por mercadorias forjadas por uma artificialidade ideal do mercado como forma controladora não apenas dos recursos, mas também das individualidades, nos impõe uma fragilidade para a qual não estávamos preparados. Dessa forma, o nosso tempo atual é o da ponderação sobre o nosso *devoir social*, diante de um modo de exploração e alteração natural sob o qual vivemos - num suposto bem-estar - e que começa a nos transtornar diante de suas recentes consequências e também da percepção e do prognóstico daquilo que pode nos esperar adiante.

Cidades e nações contemporâneas constituem a expressão legítima dessa trajetória histórica que desembocou numa fantasmagoria degenerada em que a dialógica sociedade/indivíduo se rompeu em detrimento de relações de conveniência, prestígio, de fundo essencialmente narcísico, e em que a existência de uma bioética, fundada na essencialidade do gênero humano, é ameaçada pela ausência de um contrato natural ou social que grupos institucionalizados não conseguem estabelecer, sancionar ou respeitar. (...) quando a cooperação se intensificou pela extensão da divisão do trabalho e a proteção jurídica e a salvaguarda da paz transformaram-se em objetivos democráticos, o desejo dos indivíduos refugiou-se na manutenção e melhoria de suas situações particulares, exacerbando os particularismos (CARVALHO, 1992, p. 97).

A humanidade, levando a sociabilidade como característica essencial à sua reprodução, hoje, dista mais da naturalidade e com isso, está mais próxima do que entendemos por civilização. Tanto o desenvolvimento de tecnologias e do domínio técnico sobre a natureza, quanto a construção de cidades, onde vivem milhões de pessoas e o próprio crescimento populacional são provas cabais desse distanciamento acelerado. O caminho para o qual esse processo nos leva, no entanto, é ainda visto de forma, por vezes ingênua e mistificada,

negligenciando os sinais que a própria materialidade nos impõe, tais como: o aquecimento global e as extinções continuadas de animais das mais diversas espécies.

Sem ponderar o pertencimento da sociedade condicionada a esse meio natural, que sabemos, ser tão impactado por nossa ação, como fruto de uma concepção do humano a partir de um conceito de progresso. O progresso é pensando conforme Adorno (1992), desse modo, é impossível precisar o conceito, correndo o risco de desconstruir o alvo. Dessa maneira, o progresso refere-se “na insistência naquele tabu, em proveito da unidade do eu dominador da natureza, ressoa a voz do progresso ofuscado e irrefletido” (ADORNO, 1992, p. 137). O progresso está estranhado com o próprio conhecimento que manipulamos e os instrumentos que desenvolvemos, pois, ainda se encontra atrelado à imagem fantástica de um ser especial que emana da vontade divina, e assim, posto como superior aos demais seres naturais.

Os novos paradigmas têm que ser bioantropossociais, isto é, capazes de unir partes até aqui não comunicantes da ciência, assim como implicarão reinterpretação dos laços sociais, retorno ao sujeito, submissão à questão ética, inclusão do imaginário. Dessa complexidade já depurada de degradações tecnicistas, doutrinárias ou vulgares poderão advir o redimensionamento do humanismo e a instauração de uma nova ética para o progresso, para os ecossistemas, para a sociedade e para o indivíduo (CARVALHO, 1992, p. 98).

Impositiva na ação, a sociedade ocidental se depara com graus diferenciados de desamparo com relação à potencialidade de reversão dos impactos de sua ação na natureza. Mesmo em nossas ficções literárias e cinematográficas, as representações do *devir social* se alteraram profundamente nas últimas décadas; não mais imaginamos no cinema pop a glória de dias lúdicos em plataformas voadoras, mas sim, e de forma muito explorada, o cataclisma natural e as mais diversas possibilidades de extinção da espécie, bem como da vida na Terra. Se por um lado, as ficções não têm validade científica, elas servem, por outro, como valioso termômetro do imaginário de nossos tempos. Afinal, as utopias gloriosas foram substituídas pela aridez distópica de um futuro enlutado. Ao mesmo tempo, vemos a cada dia o crescimento do número de desastres ambientais e seus impactos naturais, o que altera além do meio natural, também as próprias condições para a vida, ou seja, causa impactos sociais.

Há de se alterar a própria concepção que o ser humano tem de si, para a percepção de que, ainda cercado de concreto, numa cidade de milhões de habitantes, ele, enquanto ser natural é dependente da existência de um meio natural mantenedor da vida no planeta. A criação de uma consciência convergente entre as diferentes temporalidades, geológica, social e biológica, se faz de extrema importância no processo de alteração desse panorama, pois uma vez entendidos enquanto partes e totalidades distintas, porém, pertencentes ao mesmo *vir-a-ser* que

diz respeito a todos os seres vivos. Enquanto seres biológicos frágeis, o tempo do ser humano é acelerado em razão de nossos comércios e dinâmicas, parece com isso, distante do tempo natural, mas, por meio do *movimento* é pertencente e subordinado ao primado físico e biológico. Afinal, devemos pensar na chave do *devir*, uma transformação da materialidade em que há impermanência como uma única constante, e assim, ter a noção de que toda ação humana, toda a vida está emaranhada na transitoriedade do tempo. Pela qual, advém a urgência de derrotar a ideia positivista do progresso e do avanço da técnica, orientados, apenas por bases econômicas.

O conceito de *Devir*, nos mostra a necessidade de pensar e agir sobre o mundo considerando que toda a transformação carrega a potência aniquiladora daquilo que o ser era anteriormente à sua modificação. Ele nos faz enxergar ao mesmo tempo, toda a vida como processo conjunto, trazendo uma noção de um complexo real, na qual tudo está em contato mútuo, sem que haja separação entre as ações isoladas e das consequências globais. Já que não conseguimos visualizar a totalidade das causas, podemos ao menos pensar em sua concomitância, principalmente no que se refere aos impactos e aos resultados obtidos. E pensar também, de forma um pouco mais plural, nos cálculos econômicos e na sua orientação com relação ao mercado, mas também considerando sua concreção enquanto ação humana transformadora de um ambiente limitado e já combalido pelo avanço e profundidade das alterações.

“Tudo flui e nada permanece” e “(por que) nós não podemos entrar duas vezes no mesmo rio”. Esses fragmentos são capazes de iluminar nossa ação, à medida que colocam as alterações num campo no qual não há retorno; as alterações, desse modo, não podem ser desfeitas, e as modificações do porvir seguem um curso em que o estado atual das coisas é de suma importância, pois, constituem uma relação causal com o seu estado coevo e também com aquilo que virão-a-ser. Diante disso, mesmo a ação que vem como reparadora será movimento causador de outras consequências, não sendo de modo algum, a modificação que seguiria o curso natural. Diante do atual estado de coisas, sabendo que somos seres gregários, importa saber: como a sociedade poderia ressignificar sua presença na natureza com vista a alterar o mínimo possível o curso de suas processualidades.

1.6. AS TEORIAS, OS MÉTODOS E SEUS PROCEDIMENTOS

O presente trabalho compreende alguns problemas relacionados à questão mineral e barragens de rejeitos, sob o prisma do tempo histórico, considerando o presente e o *devir*. Para

tal, não podemos desconsiderar o passado e suas lições, esses fatores representam *intencionalidades* dentro das noções de *verticalidades* e *horizontalidades*, noções a serem exploradas ao longo do trabalho. Foram utilizados fundamentos de duas áreas do conhecimento - a economia ecológica e a geografia humana. Além disso, buscou-se unificar em um modelo que possa sintetizar o metabolismo socioeconômico e ecológico, além de considerar as mais diversas noções, funções, conceitos e categorias analíticas.

Com base nos crimes corporativos da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019), representando o tempo histórico que norteará o *devir*, criamos uma estrutura em que, apesar de não constituir a *totalidade espacial*, auxilia na compreensão em grande amplitude dela. Dessa maneira, a totalidade nunca é alcançada, sempre existirão elementos desconsiderados, entretanto, torna-se um desafio reflexivo a sua busca por ter a capacidade de quebrar paradigmas e por se constituir em um processo de significação e de representação.

Com o objetivo de buscar alternativas para que outros crimes corporativos não ocorram, mas cientes de que irão ocorrer, pretende-se pensar soluções em suas tratativas, contemplando todos os *elementos espaciais* envolvidos. Diante de tamanho desafio, a proposta visa o estudo de um projeto pertencente ao maior parque mineral do Brasil, o Complexo Grande Carajás, localizado no Estado do Pará, tendo como base de estudos a mina do Projeto Salobo e sua barragem Mirim.

Ressaltamos que alguns empreendimentos dessa região, como a S11D, devido ao grau de pureza do minério local, a forma de produção se mantém parcialmente a seco, não exigindo, a princípio, barragens de rejeitos, diferindo sobremaneira aos métodos do Estado de Minas Gerais. Mesmo os empreendimentos que possuem barragens de rejeito mineral no Estado do Pará, os métodos de alteamento são mais seguros, por não adotarem o método a montante em seus projetos. A atual tecnologia e os custos de produção das empresas mineradoras do Brasil, na grande maioria dos casos, optam por barragens de rejeitos. Não há perspectivas de não utilizar mais barragens na mineração, o que pode ocasionar problemas futuros para grande parte do ecossistema amazônico, no caso do Complexo Grande Carajás. Mais cedo ou mais tarde, as mineradoras explorarão os minérios de pureza inferior, produzindo e reproduzindo barragens de rejeito cada vez maiores (tamanho e capacidade de armazenagem).

O escopo é definido pela questão mineral do país, cujo objeto a ser analisado será a barragem Mirim, do Projeto Salobo. Nesse caso, analisaremos duas perspectivas temporais. Para a primeira visa compreender como alguns elementos espaciais (o Estado e suas instituições, as firmas e a sociedade) reagiriam a seguinte pergunta: rompeu, e agora? *Em devir*,

a segunda perspectiva devemos compreender os cenários de abandono da mina, ou falência da empresa, buscando identificar mecanismos para que os passivos ambientais e de sofrimento social não recaiam para a sociedade em *rugosidades espaciais*. O Projeto Salobo e sua área de influência pode ser mais bem compreendido nas figuras 1.4, 1.5 e 1.6.

Figura 1.4 - Projeto Salobo e sua barragem de rejeito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1.5- Projeto Salobo e sua relação com o Rio Itacaiúnas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1.6 - Projeto Salobo e sua relação com o Rio Tocantins.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Buscando atender aos objetivos da pesquisa, respondendo à hipótese apresentada, o trabalho foi dividido em três seções teóricas e uma empírica:

- 1) Fundamentos centrais da economia ecológica (escala global).
- 2) A questão mineral: da geografia humana à economia ecológica (escala nacional).
- 3) Mineração e as barragens de rejeito: sociedade de risco, gestão de risco e a desengenharia (escala nacional).
- 4) Aplicação do modelo proposto ao Projeto Salobo: da totalidade ao local (escala local).

Enríquez (2010, p. 54) analisa as estratégias para a gestão de recursos exauríveis como o conceito de recurso mineral, sendo dinâmico, chegando à constatação de que os recursos não são, ou seja, eles se tornam. Esses recursos podem ser elásticos e inelásticos, variando conforme as respostas dos *sistemas de ações* e às condições tecnológicas, econômicas, sociais e políticas. Por outro lado, “[...] a reprodução dos recursos não renováveis não está assegurada e localmente se esgota, daí a necessidade de se introduzir uma dimensão temporal na análise”, uma vez que o que é extraído hoje não estará disponível amanhã (ENRÍQUEZ, 2010, p. 54).

A modelagem metodológica econômico-ecológica é levantada por Romeiro (2010), nela temos duas características fundamentais, além dos modelos conceituais e dos modelos realísticos. Os modelos conceituais fornecem um entendimento geral do comportamento de um dado sistema. Já os modelos realísticos têm por objetivo avaliar diferentes proposições de política, consistindo no desafio do presente trabalho, pela ótica do realismo. Dessa forma:

Os três atributos de um modelo que permite avaliar a eficiência da ferramenta da modelagem econômico-ecológica são o realismo (simulação de um sistema de maneira qualitativamente realista), a precisão (simulação de um sistema de uma maneira quantitativamente precisa) e generalidade (representação de um amplo intervalo de comportamentos sistêmicos com o mesmo modelo). Nenhum modelo poderá maximizar simultaneamente estes três atributos e a escolha de qual deles é mais importante dependerá dos propósitos fundamentais para o qual o modelo está sendo construído (ROMEIRO, 2010, p. 16)

Conforme Romeiro (2010), as questões de interdisciplinaridade, a abordagem econômico-ecológica tem três requisitos fundamentais:

- 1) Profundo conhecimento das disciplinas envolvidas;
- 2) Identificação e estruturação adequada do problema a ser investigado;
- 3) Entendimento mútuo entre os pesquisadores sobre as escalas e os propósitos da ferramenta da modelagem.

Dentro da perspectiva da economia ecológica, outra teoria conhecida como trocas ecológica e economicamente desiguais apresenta um caráter secundário. Os principais nomes que tratam da teoria em questão são os economistas, Luiz Augusto de Queiroz Ablas, Elmar Altvater, e Joan Martínez Alier. O conceito clássico de troca desigual é definido como:

O conceito de troca desigual, intercâmbio desigual ou troca não equivalente designa as transferências indiretas de valor que podem se dar nas relações de intercâmbio entre dois possuidores de mercadoria - empresas, regiões ou países. A troca desigual é o mecanismo econômico de exploração da força de trabalho e empobrecimento, social e ecológico, de setores e países. Pode-se distinguir dois tipos: a troca econômica e a troca ecologicamente desigual. A troca economicamente desigual é atribuída aos diferenciais de produtividade e de salários entre os intercambiantes: se o diferencial de salários for superior ao da produtividade, a troca é não equivalente [...] (MONTIBELLER, 1999, p. 98)

Por outro lado:

O outro tipo é a troca ecologicamente desigual. Esta é mais propriamente considerada por alguns economistas ecológicos, principalmente Joan Martínez Alier e Elmar Altvater. Através do conceito de troca ecologicamente desigual é levantado o problema de que os preços praticados no mercado não levam em conta o desgaste ambiental (degradação do meio exaustão de recurso) havido no local da produção da mercadoria (MONTIBELLER, 1999, p. 98).

Milton Santos (1926-2001) será tratado em seguida, utilizando vários dos seus conceitos e métodos para buscar unificar a economia ecológica e a geografia humana. Compreender as *horizontalidades e verticalidades*; as *estruturas, processos, funções e formas*; *rugosidades espaciais*; noção de *totalidade espacial*; os eventos; *elementos espaciais*; *estruturas espaciais*; *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* são elementos chaves para compreender a forma como esses empreendimentos atuam nos territórios, bem como os conflitos por eles gerados.

Fechando o referencial teórico, trataremos da história da mineração no Brasil, considerando as questões técnicas, jurídicas e políticas embutidas em sua estrutura, processo, função e forma, sob um olhar relacionado ao objeto de pesquisa, barragens de rejeito de mineração. Os riscos e vulnerabilidades desses empreendimentos serão expostos dentro da *sociedade de riscos* de Ulrich Beck (1944-2015), eles são elementos ocultados deliberadamente pelos *sistemas de ações*, e com isso, criam-se *sistemas de objetos* fabricados com alto potencial destrutivo.

Dito isso, é fundamental compreender como as firmas e os mercados realizam seu gerenciamento de risco, e como estão sendo arquitetadas os planos de fechamento de mina, para que não criem passivos ambientais e do sofrimento social no porvir. A *desengenharia* é apresentada como uma provocação relevante, não apenas para o setor mineral, mas para todos os complexos industriais, dando novos contornos ao modelo proposto (Figura 3.16).

Após essa pesquisa bibliográfica e constituição do modelo, foi realizado o levantamento dos documentos pertinentes a todo o processo de licenciamento do Projeto Salobo. Nesse ponto, a ênfase, em termos gerais é no levantamento histórico e características do empreendimento relacionados a barragem Mirim. O método utilizado foi o estudo de caso qualitativo que tem como base uma metodologia de investigação, de forma interpretativa, não descartando possíveis contribuições por parte do pesquisador.

O estudo de caso de acordo com Goode e Hatt (1968, p. 421), tem como característica um método que compreende a realidade social utilizando um conjunto de técnicas de pesquisa em suas investigações sociais “[...] como a realização de entrevistas, a observação participante, o uso de documentos pessoais, a coleta de história de vida”. Godoy (2010, p. 119), destacou que este tipo de estudo busca “[...] a compreensão de um particular caso, em sua idiossincrasia, em sua complexidade”. Além disso, para ele o estudo de caso não se refere a uma escolha metodológica, mas a uma decisão por um determinado objeto a ser estudado, que pode variar, sendo: pessoa (indivíduos), programas, instituições, empresas, grupos de pessoas, entre outros.

Devido a proposta apresentar vários agentes sociais envolvidos, esperamos interpretar os efeitos que decorreriam no curto prazo e em *devir*, referente ao rompimento do objeto de estudo, barragens de rejeitos minerais; compreendendo com isso, seus efeitos em profundidade, e por isso busca uma análise holística e intensiva dos fatos. Para tal, a escolha desse método se dá pelo modo de investigação empírica do fenômeno, que não pode ser isolado de seu contexto, de forma a buscar sua interpretação, dando a liberdade ao pesquisador para contribuições e proposições; em nosso caso, o modelo proposto como um novo instrumental analítico. Isso se dá, devido:

O estudo de caso estar centrado em uma situação ou evento particular cuja importância vem do que ele revela sobre o fenômeno objeto de investigação. Essa especificidade torna o estudo de caso um tipo de pesquisa especialmente adequado quando se quer focar problemas práticos, decorrentes das intrincadas situações individuais e sociais presentes nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas. (GODOY, 2010, p. 121)

O entendimento do estudo de caso como método de pesquisa pode ser simplificado pela proposta que Godoy (2010), tendo caráter particularista, heurístico, descritivo e indutivo. “O estudo de caso deve estar centrado em uma situação ou evento em particular [...]”, sendo ideal para problemas práticos, “[...] decorrentes das intrincadas situações individuais e sociais presentes nas atividades, nos procedimentos e nas alterações cotidianas” (GODOY, 2010, p. 122). O rompimento de uma barragem de mineração é derivado do modelo mineral vigente,

predador e explorador, em que o Estado se omite das suas funções, permitindo as firmas fazerem o que quiserem em seus territórios. Ela representa o Estado, invariavelmente ela é o Estado, com isso, sua inação produz e reproduz os mais diversos problemas espaciais e cria, além disso, riscos e vulnerabilidades nos territórios, por meio de processos de supressão e exclusão, incorrendo no efeito derrame.

A característica de estudo de caso heurística se dá, de acordo com Godoy (2010), pelo auxílio na compreensão e descoberta de novos significados para o objeto de estudo, criando significados que tendem a ocorrer e leve a pensar o fenômeno sob uma investigação detalhada das informações. Os “[...] procedimentos descritivos estão presentes tanto na forma de obtenção dos dados, quanto no relatório de disseminação dos resultados”, no qual se deseja obter uma “[...] descrição completa e literal do que está sendo estudado” (GODOY, 2010, p. 121).

Devido ao problema de pesquisa, rompimento de barragem de rejeitos, o estudo de caso torna-se viável considerando o problema investigatório que estamos propondo analisar. Analisamos a situação do rompimento de uma barragem de mineração, na mina do Projeto Salobo, sob as lições aprendidas (ou não) dos crimes corporativos da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019). Portanto, o desafio é oferecer subsídios com base em três *elementos espaciais* (Estado, Firma e Sociedade), com o objetivo de minimizar e mitigar estes impactos no curto prazo. Parte do estudo será de caráter conceitual de teorias já estabelecidas, buscando criar um modelo baseado em uma visão ética de longo prazo, ou seja, em *devir*, nos valendo dos *elementos espaciais* faltantes (infraestrutura e ambiente natural) por constituírem as *rugosidades espaciais* e a *capacidade de suporte*, pelo prisma da *sociedade de risco*.

O instrumental utilizado parte do ensaio teórico de Barcelos e Mota (2018), por intermédio de duas perspectivas temporais, analisamos as barragens de rejeito pelo prisma da economia ecológica. Nesse ensaio, os autores utilizaram em princípio, três análises temporais: i) tempo ((P) representando os períodos passados (fase colonial e pré-industrial); ii) tempo (A) representando o período atual; e iii) tempo (F) representando os períodos futuros, de gerações do porvir, sem histórias, que herdaram as nossas rugosidades espaciais. A Figura 1.7 apresenta a visão geral considerando as três temporalidades relacionadas com o setor extrativo mineral.

Figura 1.7 - Relação de três temporalidades e o setor extrativo mineral.

Fonte: Barcelos; Mota (2018, p. 8).

Considerando que no tempo (P) está direcionado a meados do século XVII à XIX. Nesse período, o Estado de Minas Gerais era grande exportador de riquezas minerais, com projetos de mineração artesanal, mas que impactaram os territórios, cujo tempo (A) herdou suas condições do colonialismo ao período pré-industrial⁴. No tempo (A), a forma de extração é industrial, de grande escala, com alto impacto socioambiental e com riscos e vulnerabilidades desconhecidos. O tempo (F) herdará o espaço construído pelo tempo (A), momento que pode não haver extração, cujas *rugosidades espaciais* do tempo (A) podem se materializar em tragédias no porvir caso não houver tempo hábil para a resiliência ecológica⁵.

Com relação ao tempo (F) devemos resgatar a crítica de Romeiro (2010) a respeito dos trabalhos do Howarth e Norgaard (1995). No esquema analítico convencional o altruísmo é uma espécie de mito, visto seu postulado sobre o comportamento humano, torna complexa a garantia de que as gerações presentes serão benevolentes com as futuras. Howarth e Norgaard (1995) consideram que a atitude da geração presente, para com a futura, representa uma alocação temporal de recursos entre gerações, intitulado como *laissez-faire* altruísta, em que cada

⁴ Ressaltamos que no período colonial houve grandes impactos ambientais e sociais, no qual a produção extrativa da época praticamente esgotou os recursos do ouro na região com trabalho escravo. Todavia, para fins de análise, a época pré-industrial representou impactos ainda mais acachapantes no meio ambiente e sociedade.

⁵ “A resiliência pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural, sendo que quanto menor o período de recuperação, maior a resiliência de determinado ecossistema. Pode ser também definida como a medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos por um ecossistema sem que o mesmo mude seu patamar de equilíbrio estável. As atividades econômicas apenas são sustentáveis quando os ecossistemas que as alicerçam são resilientes” (ROMEIRO, 2010, p. 14).

geração buscará deixar uma herança para a geração seguinte. Dessa forma o modelo de gerações entrelaçadas (*overlapping generations*) consiste no estabelecimento altruísta da cadeia geracional, algo que Romeiro (2010, p. 19) objurga devido ao “fato básico de que as consequências dos problemas ambientais globais recairão muito mais à frente no tempo, sobre uma descendência remota de cada família”.

Percebemos assim que torna se incoerente acreditar que os indivíduos do presente irão se preocupar com descendentes tão distantes, ao menos cinco gerações à frente. Nessa sequência, o altruísmo intergeracional não faz sentido, tornando fundamental considerarmos os interesses das futuras gerações como bens públicos, com equidade intergeracional, sob a tutela e proteção do Estado e suas instituições.

Diante dessa perspectiva, Barcelos e Mota (2018) avançam em seu ensaio teórico montando um modelo de inversão temporal para o setor mineral (Figura 1.8). Nessa inversão temporal, o tempo (P) é igual ao tempo (A), ou seja, eles consideram que a barragem rompida pelo crime corporativo da Samarco (2015) tenha sido construída por volta do ano de 1606; ocasionando duas possíveis situações: i) se romper na tarde do dia 5 de novembro de 1615; ou ii) durar por um período indeterminado, vindo a se romper no tempo $d(A)/d(P)$. A problemática consiste na compreensão de quem pagará a conta do acidente, considerando o evento como certo.

Figura 1.8 - Relação inversa temporal, onde $(P)=(A)$ e $\frac{d(A)}{d(P)}$ e o setor extrativo mineral.

Fonte: Barcelos; Mota (2018, p. 12).

Destarte, o tempo (A) tem uma expressão objetiva de análise, de curto prazo, dado que a representação relativa do objetivo consiste em forma de matéria, no qual teremos o cuidado de não cair no relativismo. O tempo (F) tem suas características subjetivas, pela perspectiva em *devoir*, no qual buscamos uma análise normativa, considerando ainda algumas questões que estão no arcabouço do modelo proposto.

Os resultados do trabalho foram divididos em três seções, a primeira buscou compreender como a firma (Vale S.A.) e suas instituições de apoio lidam com o gerenciamento de riscos e gestão de catástrofes, além de outras questões e categorias relacionadas ao modelo investigativo proposto. Infelizmente, a Vale S.A. não demonstrou interesse na pesquisa, sendo utilizada a visão de funcionários do IBRAM para ilustrar o elemento espacial das firmas.

Posteriormente, na segunda analisamos as instituições do Estado, bem como suas limitações, trabalhando nos três poderes (Legislativo, Judiciário e Executivo) nos três níveis (Federal, Estadual e Municipal). É dentro dessa seção que os ordenamentos do cotidiano humano (técnica, jurídica e simbólico) são constituídos, modelando e remodelando a ação humana. A empresa-sujeito ao território-objeto e território-sujeito à indústria-objeto são pontos importantes para o debate, elementos centrais para o metabolismo econômico ecológico, por conseguirem modificar o fluxo entrópico (*throughput*). A ação do Estado no sistema econômico, por conseguir equilibrar os ciclos ecológicos com os sistemas de produção, pode minimizar os conflitos sociais.

Por fim, na terceira seção também procuramos investigar, mediante os principais movimentos sociais que possuem relação com a questão mineral: os líderes e representantes do Povo Indígena do Xikrin do Cateté, o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) e Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM).

Contudo, de posse das informações coletadas apresentamos a visão de cada entrevistado, algo que não pode ser confundido com a posição da instituição, dialogando com o modelo proposto, levantando questões importantes para futuros trabalhos. Erros e omissões são de total responsabilidade do pesquisador.

A estratégia deste estudo, *grounded theory*, ou teoria fundamentada nos dados e informações têm sua origem na sociologia, sendo elaborada pelo Barney Glase (Universidade de Columbia) e Anselm Strauss (Universidade de Chicago). O objetivo desses pesquisadores, conforme Mello e Cunha (2010, p. 242) era facilitar as descobertas “[...] dos elementos da teoria sociológica – condições estruturais, consequências, desvios, normas, processos, padrões e

sistemas – necessários para explicar a interação social”. Mello e Cunha (2010, p. 242) fundamentam que as principais características dessa metodologia são:

- 1) A necessidade de estar no campo para compreender a realidade dos indivíduos;
- 2) A importância de fundamentar a teoria nessa realidade;
- 3) As experiências dos pesquisadores e sujeitos evolui continuamente;
- 4) Os sujeitos têm o papel ativo em moldar a realidade que experimentam por meio da interação simbólica;
- 5) A ênfase na mudança, no processo, na variabilidade e complexidade das experiências dos indivíduos;
- 6) O relacionamento entre significado, na percepção dos indivíduos e sua ação.

Destarte, é uma estratégia que visa um processo contínuo e sistemático de coleta e análise de dados, gerando informações e verificando resultados, estando ligado aos pressupostos do objetivismo e subjetivismo. Mello e Cunha (2010, p. 247) salienta que “[...] não é uma teoria formal, no sentido positivista de teoria, mas uma teoria substantiva”. A diferença segundo o autor se dá pelo fato de que:

[...] a teoria formal e a teoria substantiva é que, enquanto a primeira é mais geral e aplica-se a um espectro maior de disciplinas e problemas, a segunda é específica para determinado grupo ou situação e não visa generalizar além da sua área substantiva. Outra diferença: uma teoria substantiva explica uma ‘realidade’, tornada real pelos sujeitos, e não uma verdade absoluta desprovida de valor.” (MELLO; CUNHA, 2010, p. 247-248)

Dessa forma a teoria substantiva emerge das informações e dados, complementando teorias existentes, vejamos:

[...] se não existe teoria, ou a teoria existente não explica adequadamente o fenômeno, hipóteses não podem ser definidas para estruturar uma investigação (no sentido positivista de pesquisa). [Então”...] o pesquisador, no estudo de caso, coleta quantas informações forem necessárias sobre o problema com a intenção de analisar, interpretar ou teorizar sobre o fenômeno”. (MELLO; CUNHA, 2010, p. 248)

Diante do exposto, buscamos ao longo do trabalho estruturar com rigor metodológico o modelo desenvolvido por um prisma interdisciplinar. Para isso, foram utilizados diversos elementos, categorias, noções, conceitos ao longo da pesquisa, procurando interpretar o fenômeno mediante uma modelagem que auxilie a teorização do macro ao micro, da totalidade ao local. Nesse sentido, foi aplicado ao contexto mineral, sob o objeto barragem, considerando um evento hipotético de rompimento, no qual, pode ocorrer em qualquer período (em *devir*), apresentando ainda características da teoria substantiva.

Devemos lembrar que muitos conceitos, noções e categorias serão apresentadas em diversos momentos durante o texto; para identificá-los, optamos pelo uso do itálico para o seu

devido destaque. Alguns, serão conceituados em momentos posteriores, sendo assim, ao longo da pesquisa, todos estarão devidamente articulados, de forma didática, para facilitar a compreensão. Outros, serão reapresentados durante a discussão, remetendo a momentos anteriores, nos quais, os pontos já foram tratados em capítulos ou subcapítulos antecedentes.

Por fim, nas considerações finais, usamos notas de rodapé, algo não usual, mas que se fez necessário para que pudéssemos amarrar toda a estrutura ao estudo de caso, demonstrando os locais (páginas) em que foram definidos. Dessa maneira, a utilização das notas de rodapé, sobretudo nas considerações finais, tem como objetivo demonstrar ao leitor toda a estrutura teórica apresentada no trabalho e a forma como foram utilizados os mais diversos elementos ao longo da tese, isso, tendo em vista que o um trabalho é essencialmente interdisciplinar.

Assim, todos os entrevistados estão cientes do termo de consentimento livre e esclarecimento (TCLE), apresentado no Anexo I, documento emitido em duas vias, ficando uma com o entrevistado e outra com o pesquisador. Portanto, todas as entrevistas foram pautadas em um roteiro padrão (Anexo II), servindo de base para a construção do diálogo com os entrevistados, de forma flexível, focado por sua vez, nas forças e oportunidades que são relacionadas às *expertises* de cada entrevistado.

2. FUNDAMENTOS CENTRAIS DA ECONOMIA ECOLÓGICA

Entre os séculos XIX e XXI, a crença econômica predominante, tem por base *o custe o que custar*, ou seja, um vale tudo do mercado contra a sociedade e o ambiente natural, sobretudo, a busca do crescimento econômico. Assim como a febre do ouro foi uma questão cultural durante os séculos anteriores, a partir do século XIX, até o momento, há uma febre pelo capital, subjugando e distorcendo o espaço geográfico e o tempo histórico. Nesse sentido, nada é mais importante para as empresas do que a busca constante da maximização da riqueza e também o liberalismo econômico, com apoio incondicional do Estado. A sociedade ocidental não se encontra em compasso com o mundo natural, mesmo esse sendo o mantenedor da vida humana, visto que devido a essa nova febre, os indivíduos se distanciaram dos interesses coletivos, para atender os seus prazeres por meio do consumo conspícuo.

Muitos estudos demonstram que o atual sistema não é sustentável e que por isso, extrapolamos os mais diversos limites ecológicos. Os sistemas reais, já não respeitam as fronteiras acadêmicas, parafraseando Einstein, não há soluções simples para problemas complexos. Sabemos da existência da discordância no ambiente científico, esse fato, absolutamente saudável nos faz nessa seção, buscar apresentar que, dentro da economia

convencional, a economia ecológica carrega consigo algumas divergências, principalmente quando pensamos nos modelos tradicionais.

Essas divergências de pensamento, entre a economia convencional e a economia ecológica, são itens importantes para a estrutura do trabalho, afinal, elas são necessárias para a construção de políticas públicas inclusivas, buscando eliminar ou ao menos mitigar os crimes corporativos, tais como ocorridos pelas mineradoras Vale, BHP Billiton e Samarco, nas proximidades dos municípios de Mariana/MG e Brumadinho/MG. Como enfatizado por Daly e Farley (2016, p. 13), “[...]estas divergências são ramificações de um tronco histórico comum, não a derrubada desse tronco comum”. Em outras palavras, ao se pensar na evolução do pensamento econômico e suas diversas ramificações, a economia ecológica compreende que tudo faz parte de um sistema evolucionário, considerando a pluralidade e diversidade de todas as propostas, apresentando uma postura crítica e cética a base hegemônica vigente.

Assim sendo, é necessário certo otimismo quanto ao ideal do desenvolvimento sustentável, no qual, se deve ser cético aos seus processos e métodos, algo que a economia ecológica apresenta no seu escopo, diferentemente dos modelos econômicos convencionais (CECHIN; VEIGA, 2010).

Em outras palavras, o otimismo dos modelos econômicos convencionais deve ser confrontado com o ceticismo da economia ecológica, ou seja, o [...] “otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão” (CECHIN, PACINI, 2012, 121).

Portanto, a economia ecológica visa não apenas levar a luz da ecologia para dentro da escuridão da economia, e sim criar interdisciplinaridade no bojo da ciência, principalmente com uma ciência interdisciplinar, pois, é desse modo que a compreensão das variáveis se torna mais clara, por retirar os vieses comuns e pouco desejáveis (DALY; FARLEY, 2016, p. 23).

A sociedade e a comunidade acadêmica, diante da escalada de mudanças do século XXI, necessitam desvincular-se de dogmas e preconceitos, e com isso, ambas devem buscar alternativas para a retomada do compasso visto o descompasso da dialética Sociedade-Natureza

Ao longo do tempo (em *devir*), paradigmas serão destruídos e reconstruídos, demonstrando que o ceticismo deve ser a base para a prosperidade humana, afinal, o otimismo, apesar de apresentar resultados de curto prazo, acarreta um grande passivo ambiental, esse que não afeta apenas as gerações presentes. Conforme Alves (2015), a encíclica Papal ao se considerar a escala de mudança, não é mais possível apresentar soluções específicas e discretas a respeito dos problemas ambientais. Desse modo, torna-se necessário encontrar soluções amplas e que principalmente considerem as interações do metabolismo econômico e ecológico.

Haddad (2017) sugere que não são duas crises separadas, uma ambiental e outra social, e sim, uma crise complexa que é ao mesmo tempo, ambiental e social. Portanto, são necessárias estratégias e mecanismos que atuem de forma ampla ao combate à pobreza, assim como na restauração da dignidade dos excluídos e vulneráveis, sem se esquecer, no entanto, da proteção da natureza.

Diante desta crise, absurdamente complexa, cinco seções foram organizadas ao longo deste capítulo. Resgatamos os conceitos da biologia (ecologia) e da física (entropia), atrelando isso, às questões econômicas. Para que se crie este laço, foi necessário trabalhar com vários conceitos micro e macroeconômicos, dentro de uma perspectiva clássica e ecológica. Vejamos:

1) Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais (2.1) – Nessa seção resgatamos a natureza da ecologia e economia. Observamos que ambas as áreas estão associadas desde a sua formação, no entanto, com o passar do tempo elas foram perdendo os laços. Assim, de forma didática introduzimos conceitos e funções do *capital natural*, bem como as principais *funções e serviços ecossistêmicos*, que a natureza nos proporciona. Nesse caso, o primeiro conceito, chave do pensamento da economia ecológica, a *capacidade de suporte*, é apresentado, derivando dos conhecimentos da ecologia. *Rivalidade* e *exclusividade* são tratadas, adicionando as primeiras questões econômicas que são peça chave para o presente trabalho, indo ao encontro com as ideias clássicas de *bens públicos* e *recursos comuns*. Por fim, levantamos questões a respeito dos *recursos abióticos e bióticos*, dos quais, a presente pesquisa tem como escopo a compreensão da relação da mineração com esses recursos.

2) Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio (2.2) – Buscamos ao longo deste subcapítulo, resgatar alguns conceitos fundamentais da economia. A *escala ótima* é a primeira a ser avaliada, devido a sua importância na constituição dos fundamentos centrais da economia ecológica (*escala sustentável*). Posteriormente, outro conceito fundamental para a economia ecológica aparece por meio do pensamento clássico de *alocação dos recursos* (*alocação eficiente*). A *distribuição* fecha o primeiro conjunto central da economia ecológica, já inserindo as complexidades de justiça e equidade (*distribuição justa*). Dessa maneira, apresentamos o *bem-estar* e *externalidades*, devido seu pensamento derivar das principais análises neoclássicas (convencionais) da economia. Por fim, o *mundo vazio* e o *mundo cheio* de Herman E. Daly serão avaliados, de modo a demonstrar que o problema de fato não é apenas no social ou ambiental, e sim um problema conjunto, por isso, engloba tanto o social quanto o ambiental.

3) As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico (2.3) – Apresentamos os conceitos fundamentais da física, como *temperatura*, *calor*, *energia* e *trabalho*, e sua relação para o pensamento econômico. Um dos pioneiros nesta análise, Georgescu-Roegen, ao adicionar a *entropia* em seu modelo, conclui que o *decrescimento* é a única saída para os seres humanos em *devir*. Desse modo, buscamos ao longo desta pesquisa evitar a *falácia da concretude deslocada*, pois, por mais abstrato que for o procedimento de união da física com a economia, elas encontram-se juntas, tendo, além disso, como elemento constituinte, a ecologia, sendo ambas indissociáveis.

4) O metabolismo econômico e ecológico (2.4) – Para fechar, a última seção apresenta fundamentos centrais da economia ecológica, no qual buscaremos compreender o *metabolismo socioeconômico* e os impactos das atividades industriais no ambiente natural, tornando assim um fator indispensável para reordenação espacial e temporal. Além disso, analisamos por meio da teoria dos sistemas em que ponto a economia se encontra no espaço geográfico e como a hipótese do fluxo circular da renda, sem considerar a natureza, é o único modo para se crer no crescimento infinito em um planeta finito. Desse modo, apresentamos os conceitos *decrescimento*, *desenvolvimento* e *sustentabilidade* abordando por uma perspectiva mais básica. Posteriormente o conceito de *throughput* (fluxo entrópico) é introduzido, sendo a base do metabolismo econômico ecológico. Fechamos esse subcapítulo, destacando a importância dos *recursos de fluxo de estoque* e os *recursos de fundos de serviços*, de modo a ampliar a compreensão do metabolismo econômico e ecológico.

2.1. DA ECOLOGIA A ECONOMIA: CONCEITOS E PRINCÍPIOS GERAIS

O estudo da ecologia apresenta um escopo complexo abrangendo desde as células até a ecossfera. Nesse sentido, a palavra ecologia é derivada do grego *oikos*, que significa casa, e *logos*, que significa estudo. Desse modo, ecologia representa o estudo da casa ambiental incluindo todos os organismos dentro dela, além dos processos funcionais para que essa casa possa tornar-se habitável (ODUM; BARRETT, 2015).

Para Odum e Barrett (2015, p. 2), a ecologia é o estudo da vida em casa, com foco na “[...] totalidade ou padrão de relações entre organismos e seu ambiente”. Curioso notar que a palavra economia apresenta semelhanças com a palavra ecologia, afinal, economia também deriva da palavra *oikos*, tendo como diferença a *nomia* que significa gerenciamento. Em outras

palavras, a economia é o gerenciamento doméstico, enquanto a ecologia, é o estudo doméstico, portanto, entendemos ambas, como disciplinas relacionadas.

Infelizmente, ambas as áreas do conhecimento se distanciaram no seu período de amadurecimento, nesses períodos muitos viam ecólogos e economistas como adversários, tendo visões antagônicas. Nesse confronto dessas ideias, cada área assumiu “[...] uma visão estreita do seu assunto e, mais importante, o desenvolvimento rápido de uma nova disciplina interfacial, a economia ecológica”, que tem por objetivo unir as lacunas existentes entre ecologia e economia (ODUM; BARRETT, 2015, p. 2).

Podemos verificar isso conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Resumo das diferenças percebidas entre economia e ecologia.

Atributo	Economia	Ecologia
Escola de pensamento	Cornucopiana	Neomaltusiana
Moeda	Dinheiro	Energia
Forma de crescimento	Em forma de J	Em forma de S
Pressão de seleção	r-selecionada	K-selecionada
Abordagem tecnológica	Alta tecnologia	Tecnologia apropriada
Serviços do sistema	Serviços prestados pelo capital econômico	Serviços prestados pelo capital natural
Uso do recurso	Linear (descartar)	Circular (reciclar)
Regra do sistema	Expansão exponencial	Capacidade de suporte
Meta futurística	Exploração e expansão	Sustentabilidade e estabilidade

Fonte: Adaptado de Odum; Barret (2015, p. 2).

A ecologia foi definida pela primeira vez pelo Ernst Haeckel (1866), um discípulo e entusiasta de Charles Darwin. Segundo ele, a ecologia era a ciência capaz de compreender a relação do organismo com o seu ambiente. Burdon-Sanderson (1893), complementaram esta definição, afirmando ainda que a ecologia é “[...] a ciência que se ocupa das relações externas de plantas e animais entre si e com as condições passadas e presentes de sua existência” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 16).

Com essa definição, Burdon-Sanderson descreve a ecologia como uma subdisciplina da biologia, separando a ecologia vegetal da ecologia animal. Além disso, devemos considerar que outras contribuições surgiram com o tempo, como a de Andrewartha (1961), Krebs (1972), Ricklefs (1973), entre outros pesquisadores, sendo que hoje, a definição mais aceita é a que se refere ao “[...] estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 16).

Muitos consideram a ecologia como a ciência mais antiga, pois ela é do interesse prático, desde o início da história da humanidade e isso se deve à necessidade dos indivíduos em conhecer o seu ambiente (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008; GOTELLI, 2009; RICKLEFS, 2010; ODUM; BARRETT, 2015).

Dessa maneira, entendemos a ecologia como uma ciência pura e aplicada e a sua organização abrange vários níveis de sistemas e de organismos. Assim, a ecologia é aquela que tem como pilares, a compreensão da população, da comunidade, do ecossistema, da paisagem, do bioma e por fim, da ecosfera.

Em uma breve definição destes termos (população, comunidade, ecossistema, paisagem, bioma e ecosfera) devemos compreender que população, são grupos de indivíduos, humanos e não humanos, representados pelos organismos vivos. A comunidade, são as populações que ocupam uma determinada área e/ou território, onde o ecossistema vem da união entre a comunidade e o ambiente não vivo, funcionando juntos. Essa união é conhecida como biocenose e biogeocenose, que basicamente consiste da vida e à Terra funcionando juntas (ODUM; BARRETT, 2015).

Com maior detalhamento, procuraremos investigar a proposta dos ecossistemas, posteriormente, passando nesse momento para o conceito de paisagem, que pode ser compreendido como uma área heterogênea que apresenta um agregado de ecossistemas em interação durante toda sua extensão. A paisagem é como uma pintura, o que os olhos conseguem observar, sendo uma extensão da percepção visual. Sendo assim, o bioma é um complexo sistema regional ou subcontinental, o bioma possui diversas características paisagísticas. O último sistema biológico é o mais próximo da autossuficiência, a ecosfera, por ser o maior dos elementos apresentados. Nesse elemento todos os organismos vivos interagem com o ambiente físico, criando um estado pulsante, resiliente e com auto ajuste fracamente controlado (ODUM; BARRETT, 2015).

Nesta última esfera, estão contemplados sete processos ou funções que interagem com o todo, sendo: energética, evolução, desenvolvimento, regulação, comportamento, diversidade e integração. Uma síntese do escopo ecológico é apresentada na Figura 2.1, desconsideramos todas as categorias abaixo de organismo.

Figura 2.1 -Escopo da ecologia: da célula à ecosfera, suas funções e processos.

Fonte: Odum; Barrett (2015, p. 18).

Para Begon, et al. (2006), dentro da ecologia comportamental, a parte biótica trabalha com os indivíduos. Estes indivíduos coexistem de uma mesma espécie, tendo algumas características gerais, como: densidade, razão sexual, estrutura etária, taxas de natalidade e imigração, mortalidade e emigração. O nível populacional é que determina as comunidades. Destarte, as comunidades não são mais que “[...] uma assembleia de populações de espécies que ocorrem juntas no espaço e no tempo” (BEGON, et al., 2006, p. 469).

Decorrente da sua importância, o ecossistema, por aliar a vida ao planeta Terra, tem destaque nas análises da economia ecológica, daí surge a importância para retomar o debate a seu respeito. Os ecossistemas obedecem aos princípios da termodinâmica, pois, sabemos que esses princípios transformam energia e matéria. O pioneiro entre os ecólogos a analisar este processo, foi Alfred J Lotka (1880-1949), sendo ele também matemático, físico-químico e estatístico. Conforme Ricklefs (2010, p. 413), ele foi o primeiro a verificar que as populações de comunidades são transformadoras de energia.

Nesse caso, a transformação fundamental no sistema, era a conversão da luz solar em energia química pela fotossíntese, estando essa ligada ao metabolismo, atividade, crescimento e reprodução. Ele acreditava que assim como as máquinas, quanto maior o peso, maior a quantidade de energia para torná-las rápidas. Assim, para ele a “[...] Terra propriamente dita é

uma gigantesca máquina termodinâmica, na qual a circulação dos ventos e correntes oceânicas e a evaporação das águas são dirigidas pela energia do sol” (RICKLEFS, 2010, p. 413).

Em 1925, as ideias de Lotka não foram bem compreendidas, sendo resgatada por Raymon Lindemann (1915-1942), cujo trabalho foi considerado o fundador da ecologia dos ecossistemas. Ricklefs (2010, p. 413) afirma que Lindemann visualizou uma *pirâmide de energia* incorporado ao ecossistema, tendo ainda a sua capacidade de energia reduzida ao longo do tempo. Seu argumento era que “[...] a energia era perdida em cada nível por causa do trabalho executado pelos organismos naquele nível e por causa da ineficiência das transformações das energias biológicas” (RICKLEFS, 2010, p. 413).

Nesse sentido, Ricklefs (2010) compreende as plantas como coletoras de apenas uma parte da energia da luz disponível do Sol. Já os herbívoros são aqueles que coletam a parte ainda menor de energia, pois, as plantas, sabemos, usam uma parte do que recebem para se manter, não estando disponível aos herbívoros. Em outras palavras, há um processo de entropia dentro da cadeia de energia, pois, há perdas de eficiência energética nas trocas entre as plantas e os herbívoros. Os consumidores secundários que se alimentam de herbívoros até chegar ao mais alto nível da cadeia alimentar. Portanto, “a maioria da energia que nós humanos consumimos é usada para nos mantermos, e pouco se torna biomassa disponível para o próximo nível trófico na cadeia alimentar” (RICKLEFS, 2010, p. 413-414).

Constata-se que a definição apresentada acima de ecossistemas é uma relação entre os organismos vivos (bióticos) e seu ambiente não vivo (abiótico), estão relacionados e interagem entre si. Em outras palavras, para Odum e Barrett (2015, p. 18) é “[...] a vida e à Terra funcionando juntas”. Além disso, os autores afirmam que o sistema ecológico ou ecossistema é a relação em que inclui todos os organismos (a comunidade biótica) em um determinado ambiente físico onde o fluxo de energia interage com componentes não vivos. Para Odum e Barrett (2015, p. 18), esse ponto “[...] é mais que uma unidade geográfica”, pois entra como “[...] uma unidade do sistema funcional, com entradas e saídas, e fronteiras que podem ser tanto naturais quanto arbitrarias” (Figura 2.2).

Figura 2.2 -Modelo de ecossistema: o sistema, suas entradas e saídas.

Fonte: Odum e Barrett (2015, p. 18).

Para Odum e Barrett (2015), o ecossistema é em linhas gerais a primeira unidade na hierarquia ecológica completa, podendo ser verificado na Figura 1.1. Assim, todos os componentes biológicos e físicos são necessários para a sobrevivência. Além disso, percebemos como insuficiente as abordagens tecnológicas e econômicas de curto prazo para problemas complexos, por apresentarem soluções lineares, transformando em um grande desafio para o porvir. “A consideração de ambos os ambientes, de entradas e de saídas, é uma parte importante do conceito porque os ecossistemas são sistemas funcionalmente abertos” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 18)

Esses sistemas são históricos e não lineares, eles são funcionalmente abertos e baseados em funcionalidade, além disso, são gerados por processos internos e externos. A não linearidade pode ser percebida ao se pensar nos fluxos de energias, sendo que Lindemann lançou os fundamentos centrais, conforme já exposto. Um dos principais avanços desse tópico, de acordo com Townsend, Begon e Harper (2008), se dá na questão tecnológica progressiva para estimar a magnitude da produtividade. Isto posto, o trabalho de Lindemann apresenta uma visão voltada para o bem-estar humano, com propósito de compreender a base biológica da produtividade de áreas continentais, de água doce e marinha (Programa Biológico Internacional – IBP). Dessa forma observamos as primeiras tentativas de unir a ecologia (estudo da casa) com a economia (gerenciamento da casa), por unir diversas áreas na direção de um objetivo comum. Hoje, uma das parcerias mais conhecidas são os esforços de vários cientistas e pesquisadores com relação às mudanças climáticas, que está calcada em questões tecnológicas e de produtividade.

Com relação ao fluxo de matéria através dos ecossistemas, Begon, et al. (2006, p. 525) demonstra que a energia não pode ser ciclada e reutilizada, todavia, com a matéria isso é possível. Por conseguinte, alguns compartilhamentos abióticos ocorrem na atmosfera, a

exemplo do carbono em dióxido de carbono, nitrogênio como nitrogênio gasoso. Outros nas rochas da litosfera, como o cálcio e o potássio. Por fim, alguns, na hidrosfera – água dos solos, riachos, lagos ou oceanos, como o nitrogênio em nitrato dissolvido, fósforo em fosfato. (BEGON, et al., 2006, p. 548).

Após compreender o fluxo de energia e matéria dos ecossistemas, torna-se necessário analisar as suas funções. De Groot, et al. (2002) verificam que na natureza, existem vários processos naturais que são resultados entre os componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (componentes físicos e químicos). Com estes processos naturais, torna-se possível manter a sobrevivência das espécies no planeta, que possui a capacidade de prover bens e serviços ecossistêmicos que satisfazem as necessidades humanas direta ou indiretamente. Essas capacidades são classificadas como funções ecossistêmicas. De Groot, et al. (2002) agrupam em quatro grandes *funções ecossistêmicas*, sendo:

- 1) Função de regulação tem a capacidade de regulação dos processos ecológicos essenciais para manutenção da saúde dos ecossistemas. Esta função fornece muitos serviços que beneficiam, direta ou indiretamente, os seres humanos como qualidade do ar, da água e do solo.
- 2) Função de *habitat* – são as condições oferecidas para animais e plantas se reproduzirem e com isso garantirem a conservação e reprodução da diversidade biológica e o processo evolutivo das espécies. Proteção e refúgio das espécies e viveiros naturais.
- 3) Função de produção – esta função fornece muitos bens ecossistêmicos usados no consumo humano como alimentos, matérias-primas, recursos energéticos e material genético.
- 4) Função de informação – como a evolução humana se deu no ambiente natural e selvagem, o ecossistema proporciona meios naturais de contribuir para a manutenção da saúde humana, proporcionando oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação e contemplação estética e cultural.

Dado a importância das funções ambientais e a sua deterioração, Veiga Neto e May (2010, p. 311), no período de 2002 a 2005 apresentam os esforços realizados por milhares de cientistas. Esses cientistas concluíram que mais de 60% dos ecossistemas do mundo têm sido utilizados de forma não sustentável. Isto posto, o Millenium Ecosystem Assessment (MEA), apresenta um quadro (síntese) dos *serviços ecossistêmicos* e o impacto destes ao bem-estar humano (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Quadro síntese do Millennium Ecosystem Assessment.

Fonte: MEA (2005, p. 13).

O alerta da MEA (2005), só reforçou a necessidade imperiosa de a sociedade responder a estas pressões. Veiga Neto e May (2010, p. 311), adicionam uma questão a cerca dessa pressão, analisando se uma das respostas da sociedade seria determinar o valor econômico dos serviços prestados pelos ecossistemas. Neste sentido, Costanza, et al. (1997; 2014) pensando em um cenário dos agentes financeiros diante da escassez dos recursos naturais, realiza a valoração econômica em escala planetária. No modelo de 1997, ele apresenta um montante estimado em aproximadamente 33 trilhões de dólares/ano, passando a 125 trilhões de dólares/ano no levantamento de 2014. Neste estudo apresenta os onze principais biomas ecossistêmicos (Tabela 2.2), e os dezessete *serviços ecossistêmicos* do planeta (Tabela 2.3).

Para Veiga Neto e May (2010, p. 313), a sociedade encontra-se “[...] excedendo a capacidade de suporte dos ecossistemas terrestres, a era dos serviços gratuitos está no fim”. Acrescentam que apesar de não haver um “dono” da Terra, é necessário perceber a existência de “[...] custos crescentes da manutenção desses serviços básicos para que eles continuem intactos e funcionando bem” (VEIGA NETO; MAY, 2010, p. 313).

Tabela 2.2 - Principais biomas ecossistêmicos do planeta

1. Marinho	1.1 Oceano Aberto	
	1.2 Costa	1.2.1 Estuário
		1.2.2 Alga marinha/ Camas de alga
		1.2.3 Recife de coral
		1.2.4 Cinturão
2. Terrestre	2.1 Florestas	2.1.1 Tropical
		2.1.2 Temperada
	2.2 Grama e Pastagem	
	2.3 Pantanal	2.3.1 Tidalmarsh/mangue
		2.3.2 Pantano florestal

2.4 Lagos e rios	
2.5 Deserto	
2.6 Urbano	
2.7 Terra cultivada	

Fonte: Adaptado, Costanza, et al. (1997; 2014).

Tabela 2.3 - Serviços ecossistêmicos e função ambiental.

Nº	Serviço Ambiental	Função Ambiental
1	Regulação de Gás	Regulação da composição química da atmosfera
2	Regulação do Clima	Regulação da temperatura e precipitação
3	Regulação de Distúrbios	Capacitação de amortecimento em resposta ao clima
4	Regulação da Água	Regulação dos fluxos hidrológicos
5	Abastecimento de Água	Armazenamento e conservação de água
6	Controle de Erosão	Retenção de solo
7	Formação do Solo	Processo de formação do solo
8	Ciclo de Nutrientes	Armazenamento e o processamento de nutrientes
9	Tratamento de Resíduos	Recuperação de nutrientes celulares
10	Polinização	Movimento de gametas florais
11	Controle Biológico	Regulação trófica de populações
12	Refúgio	<i>Habitat</i> para populações residentes e transitórios
13	Produção de Comida	Produção primária bruta extraída como alimento
14	Matéria Prima	Produção primária bruta extraída como matérias-primas
15	Recursos Genéticos	Fonte de matérias e produtos únicos
16	Recreação	Oportunidade de recreação
17	Cultura	Oportunidade para usos não comerciais

Fonte: Adaptado, Costanza, et al. (1997; 2014).

Estes biomas, serviços e funções ecossistêmicas dão origem a um novo conceito, o capital natural. Conforme Denardin e Sulzbach (2005, p. 4), o capital natural engloba um conjunto de riquezas providas pela natureza para os seres vivos (sociedade). Denardin e Sulzbach dividem em quatro principais categorias de capital, sendo o capital natural (florestas, minerais, água, etc.), o manufaturado (máquinas, estradas, fábricas, etc.), o cultural (visão de mundo, ética, moral, etc.) e o cultivado (reflorestamento, plantações, etc.). Segue abaixo os conceitos abordados por Denardin e Sulzbach (2005, p. 6).

- 1) Capital natural: conceito híbrido que advém da economia e da ecologia, ressaltando-se a importância da qualidade ambiental, resiliência e integralidade, como pré-condições básicas para o bem-estar da sociedade humana e sua sustentabilidade (econômica) em longo prazo.

- 2) Capital cultural: são recursos que suprem a sociedade humana com meios e adaptações no ambiente natural, modificando-os ativamente. Leva-se em consideração a visão de mundo, valores e necessidades, as preferências sociais, ética e a filosofia ambiental.
- 3) Capital manufaturado: é aquele produzido da atividade econômica e das mudanças tecnológicas, através da interação entre o capital natural e o capital cultural.
- 4) Capital cultivado: possui uma ideia híbrida, variando entre capital natural e manufaturado, com isso o capital natural torna-se escasso, forçando outras formas de produção e proteção.

As inter-relações e fluxos entre as formas de capital analisadas na Figura 2.4 estão considerando a energia solar e a Terra (fatores abióticos e não renováveis) como os principais *inputs* do processo. Torna-se evidente que as entradas de fluxo de capitais desempenham um papel de suma importância para a preservação da vida como conhecemos.

Figura 2.4 –Esboço das inter-relações entre as diferentes categorias de capital.

Fonte: Guedes; Seehusen (2011, p. 8).

Portanto, o *capital natural* é aquele capaz de gerar recursos na economia, dentro de uma concepção planetária, sendo seus recursos originários de sua própria estrutura. É possível ainda compreender que a diminuição dos benefícios diretamente ligados a estes recursos naturais serão capazes de comprometer tanto as funções do ecossistema original, como os benefícios que possam deles ser originários (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

A junção entre ecologia e economia vem avançando consideravelmente, mesmo com muitos paradigmas a serem quebrados, afinal, esta união é essencial para a continuidade da espécie humana no planeta, por modificar o pensamento hegemônico que desconsidera fatores biológicos e físicos do Planeta Terra. A partir deste ponto, outros princípios e conceitos serão de suma importância para o debate da mineração, sendo: a *capacidade de suporte*; a *rivalidade*

e a *exclusividade*; além dos *bens públicos* e de *recursos comuns*; e por fim, de recursos bióticos e abióticos.

A *capacidade de suporte* é um dos eixos mais importantes e complexos da economia ecológica. Sua complexidade está em definir o ponto ótimo, dado a diversas variáveis e incertezas dentro de um processo metabólico. Neste contexto, este termo advém da ecologia para o cálculo populacional (densidade ótima), sendo remodelado pela economia para os limites da produção pela escala ótima (escala sustentável). Na ecologia Begon, et al. (2007, p. 137), analisa que mediante um aumento da densidade, tende a diminuir a taxa de natalidade *per capita*, e por fim se eleva a mortalidade *per capita*.

A consequência ocorre quando as curvas se cruzam surgindo as estimativas da densidade. Caso a densidade infira no cruzamento das curvas, a taxa de natalidade supera a taxa de mortalidade, e a população aumenta de tamanho. Com densidades superiores na curva, o inverso ocorre, tendo como resultado o declínio populacional. Conforme o autor, ao se considerar as taxas de natalidade e mortalidade, “[...] a competição intra-específicas pode regular as populações até uma densidade estável, em que a taxa de natalidade é igual à de mortalidade. Essa densidade é conhecida como *capacidade de suporte* da população” (BEGON, et al., 2007, p. 138).

Odum e Barrett (2015, p. 128), compreendem que a *capacidade de suporte* é dada em termos energéticos no espaço dos ecossistemas, sendo atingido quando “[...] toda a energia disponível que entra é necessária para sustentar todas as estruturas e funções básicas, ou seja, quando P (produção) é igual a R (manutenção respiratória)”. A *capacidade de suporte* máxima deriva da quantidade de biomassa para sustentar as condições conhecidas. Ressaltam que o valor não é absoluto, vejamos: “[...]é facilmente suplantado quando o ímpeto de crescimento é forte” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 128).

Por desconsiderarem esses conceitos, observamos que os limites ecológicos são barreiras para o crescimento econômico da economia convencional. Quando se adiciona os indivíduos e as populações, esta *capacidade de suporte*, de acordo com Montibeller (1999, p. 86) “depende não só do número e da biomassas também do estilo de vida (ou seja, do consumo de energia *per capita*)”, apresentando três princípios básicos da ecologia.

- 1) Tudo está ligado a tudo;
- 2) Tudo tem que ir para algum lugar;
- 3) A natureza sabe melhor.

Buscando aplicar algumas bases da ecologia na economia, foi criado o índice de sustentabilidade do bem-estar econômico (ISBEE) proposto por Daly e Cobb (1989), que surge por meio do descontentamento com as atuais contas nacionais (PIB/PNB). Max-Neff (1995), segue essa linha, analisando a tendência do produto interno bruto (PIB) com relação ao ambiente natural e o bem-estar social. Neste estudo, percebemos que há uma *capacidade ótima* de suporte econômico, em que a partir dos anos de 1970 temos o fim do seu equilíbrio (limiar da *capacidade de suporte*), tornando o crescimento econômico bem superior ao bem-estar econômico (qualidade de vida). Esta ruptura ocorre pela separação dos dois índices (crescimento econômico e bem-estar social), sugerindo que “[...] o crescimento econômico já tinha aumentado para além da capacidade ótima de suporte de crescimento econômico para os Estados Unidos” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 131).

Hogan (1994) resgata a denominação de *capacidade de suporte* dos antropólogos, em sua visão buscou compreender as estratégias de ocupação territorial de grupos indígenas, sendo que o conceito surge dos estudos demográficos para o controle populacional. Para este autor, a visão dos ambientalistas a *capacidade de suporte* é percebida como o maior desafio à humanidade.

Montibeller (1999, p. 90) reforça esta proposição, para o autor o crescimento demográfico, o desenvolvimento socioeconômico e a qualidade ambiental, vêm a ser a preocupação central dos movimentos ambientalistas: “[...] há uma distinção a ser considerada entre capacidade de suporte de ecossistemas naturais e capacidade de suporte de geossistemas humanos”.

Hogan (1994) lida com as complexidades da natureza considerando as variáveis culturais. Assim, a noção de sustentabilidade para ecologia está atrelada a *capacidade de suporte*, ou seja, ao equilíbrio de um ecossistema. Este equilíbrio tem entradas (inputs) e saídas (outputs), chegando a uma relação de 1:1. Desta maneira, em “[...] estudos relacionados aos geossistemas, portanto, de ecologia humana, o conceito de *capacidade de suporte* encontra um correspondente atualizado, na noção de desenvolvimento sustentável (MONTIBELLER, 1999, p. 94).

Altwater (1995), como um dos mais céticos autores sobre a questão do desenvolvimento sustentável, compreendendo que o desenvolvimento é incompatível com a natureza, sendo assim uma quimera. Altwater (1995, p. 25-29) destaca três razões para tal, sendo:

- 1) Qualquer estratégia de desenvolvimento, portanto, de industrialização, traz consequências para o meio ambiente, em todas as regiões do mundo;
- 2) Os recursos naturais e ambientais se esgotam;

3) A capacidade de suporte da Terra já está alcançando o seu limite.

Enriquez (2007, p. 69), analisando o autor, percebe que “[...] a sua descrença quanto à perspectiva de uma ordem ao mesmo tempo, ecológica, social e democrática” está relacionada à incapacidade do homem na sociedade industrial não conseguir seguir alguns princípios, como “[...] igualdade, liberdade, participação, aproveitamento da sintropia, rejeição da entropia, diminuição do consumo de recursos naturais e de descarga de emissões tóxicas, entre outros, que caracterizariam uma sociedade moderna e de baixa entropia”. Em vista disso, reforça a Enriquez, no pensamento de Altvater, “[...] conceitos como eco desenvolvimento e desenvolvimento sustentável são apenas fórmulas vazias”, talvez por não considerarem plenamente a capacidade de suporte ecossistêmico (ENRIQUEZ, 2007, p. 69)

Utilizando os princípios da *capacidade de suporte*, Wackernagel e Rees (1996), moldaram e popularizaram o termo conhecido como pegada ecológica (PE). Para Carvalho e Barcellos (2010), hoje, este conceito se ampliou para questões voltadas a *pegada de carbono*, *pegada de energia* e *pegada de água*. Estes autores apresentam que a pegada ecológica “[...] pode ser considerada um índice de alto nível de agregação, não sendo média de indicadores” (CARVALHO; BARCELLOS, 2010, p. 11).

A pegada ecológica tem como escopo a mensuração do consumo material da população, com variáveis territoriais, transformando em unidade de medida terra bioproductiva. Caso o consumo da população seja maior que a oferta dos recursos naturais, uma região, nesse caso, está consumindo bens e serviços naturais de outras regiões, criando com isso, um desequilíbrio, sobretudo, dado à sua *capacidade de suporte*, acarretando trocas econômicas e ecologicamente desiguais.

Deste modo, a *capacidade de suporte* apresenta o momento em que as populações se estabilizam em torno do equilíbrio. Conforme Daly e Farley (2010), devido às populações flutuarem ao curto prazo, elas dependem de diversas variáveis, como o ciclo dos predador-presa, condições meteorológicas, etc. Já, em longo prazo, torna-se ainda mais complexo esta análise. Parafraseando John Maynard Keynes, em *devir*, todas as espécies serão extintas. Apesar da ironia de Keynes, Daly e Farley (2010, p. 152) acrescentam o termo densidade crítica, que se refere “[...] ao declínio espontâneo de uma população ou ecossistema que atingiu um nível inferior ao tamanho ou a população mínima viável” e duradoura. Romeiro (2012, p. 67) acrescenta que o aumento perpétuo da produção material/energética é impossível, forçando o fim do crescimento econômico. Isso ocorre para que a *capacidade de suporte* do planeta não seja violada, mesmo com a atual incapacidade da ciência em estimar esta capacidade.

Dada estas questões apresentadas sobre a *capacidade de suporte*, quando se trata de economia buscaremos abaixo resgatar seis conceitos centrais (exclusividade, rivalidade, bens privados, recursos comuns, monopólios naturais e bens públicos) para um pensamento mais sustentável.

Há diversas categorias de bens, sendo que usualmente eles são agrupados em dois grupos: exclusivos e/ou rivais. Quando um bem é *excludente*, a pergunta que se faz é: as pessoas são impedidas de usá-lo? Ou seja, o quando o seu uso não impede outras pessoas de aproveitar o bem é chamado de não-exclusivo. Todavia, caso a utilização impeça o uso por outras pessoas, esse bem, apresentará características de *exclusividade*. Em síntese, os bens exclusivos são aqueles dos quais impedem outras pessoas utilizem um determinado bem, em muitos casos existem leis que reconhecem e regulamentam direitos de propriedade privada. No entanto, quando um bem é *rival*, a seguinte pergunta deve ser feita: poderão várias pessoas desfrutar de um bem, sem prejuízo? Em outras palavras, os bens não-rivais são aqueles disponíveis para todas as pessoas; esses bens quando corresponde à utilização por uma pessoa, ele não acarretará o fato de que outras pessoas não o utilizem, pois, eles podem ser utilizados simultaneamente e, caso houver impedimento, ele será considerado rival. Portanto, o bem se condiciona basicamente no uso de uma pessoa; pois, o seu uso diminui o prazer de outra pessoa no uso daquele mesmo bem (MANKIWI, 2009, p. 224).

Os *bens públicos*, são bens não exclusivos e não rivais, a partir disso, sabemos que pessoas não podem ser excluídas do seu consumo. Pinkdyck e Rubinfeld (2010) salientam que o custo marginal para prover o consumidor adicional, é zero. Assim, os *bens públicos* apresentam duas características: não exclusivos e não rivais. O conhecimento é um dos principais exemplos de *bens públicos*, pois apresenta características de não *exclusividade* e de não *rivalidade*.

Os *recursos comuns* são rivais, mas não excludentes, eles estão disponíveis a todos que desejem usar. Todavia, com a utilização por uma pessoa, haverá *rivalidade*, dado que reduz, principalmente, a possibilidade de uso. Os *recursos comuns*, nesse caso, geram o problema conhecido como a *tragédia dos comuns*⁶, pois, uma vez que for fornecido, os formuladores de políticas necessitam se preocupar com o uso destes bens. Um exemplo clássico, são os peixes do mar, eles não são exclusivos, dado ao fato que qualquer pessoa pode pescar, no entanto, no

⁶ Conceito popularizado pelo biólogo Garrett Hardin, em seu ensaio “*The tragedy of the commons*” publicado na revista Science em 1968. Em seu ensaio, o autor percebe que ao se tratar dos recursos comuns, sendo rivais, mas não excludentes, e com os indivíduos agindo por meio dos seus próprios interesses, encarrega em um esgotamento dos recursos, piorando a vida de todos.

momento da pesca, esse recurso reduz (peixes disponíveis), o que por sua vez, reduz a possibilidade de outras pessoas desfrutarem desse mesmo bem (MANKIW, 2009).

Já os *bens privados*, são rivais e excludentes, pois, o seu uso impede e elimina outras pessoas de fazer o seu emprego. Podemos pensar em uma casquinha de sorvete; quem estiver tomando o sorvete possui inevitavelmente propriedade sobre ela, fato que impede e outras pessoas a desfrutem o seu sabor, apresentando características de bens rivais e excludentes. Por fim, os *monopólios naturais* são excludentes e não rivais, isso se deve ao seu uso não eliminar necessariamente a sua utilização por outras pessoas, apesar de que são muitas vezes impedidas de usar. Um exemplo de monopólios naturais é o corpo de bombeiros, que constitui um direito de propriedade privada, todavia, o seu uso teoricamente não oferece prejuízo a outras pessoas (MANKIW, 2009).

Assim, os bens privados são rivais e excludentes, os monopólios naturais são excludentes e não rivais, os *recursos comuns* não são excludentes, e são rivais e por fim, os *bens públicos* são não excludentes e não rivais (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Quatro categorias de bens e sua relação de rivalidade e exclusividade

		Rival?	
		<i>Sim</i>	<i>Não</i>
Excludentes?	<i>Sim</i>	Bens privados	Monopólios naturais
		Sorvete de casquinha	Proteção contra incêndio
		Roupas	TV a cabo
		Estradas com pedágios congestionadas	Estradas com pedágios livres
		Recursos comuns	Bens públicos
		Peixes do mar	Sirene de tornado
		Meio ambiente	Defesa nacional
	<i>Não</i>	Estradas sem pedágios congestionadas	Estradas sem pedágio livres

Fonte: Mankiw (2009, p. 224).

Quando utilizamos os conceitos aplicados na pesquisa, podemos perceber o seguinte: as chapas de aço que constituem os carros são bens privados, pois apresentam *exclusividade* e *rivalidade* (minério já processado). Ou seja, por ser um bem-privado, o dono do carro impede outras pessoas de usá-lo (exclusivo) e não tem como usar a chapa simultaneamente com outros

indivíduos (rival). Vale notar que no caso da mineração, em geral, há *monopólios naturais* para exploração das jazidas, em que o governo permite a exploração dos *bens públicos*. Devemos compreender, como monopólios naturais, aqueles decorrentes da limitação física por outro agente a exploração de uma mesma atividade econômica, reduzindo a eficiência alocativa do fator de produção, não sendo indefeso pela Constituição Federal⁷. Por este motivo, considerando a paisagem em um determinado território, no momento em que a empresa explora uma jazida, impede outros agentes de explorar, devido a questões de alocação, concorrência, rigidez locacional e eficiência produtiva. A mineração em si, em termos globais, não pode ser considerada nessa métrica, mas no âmbito local, constitui-se uma realidade.

Como apenas uma empresa opera em uma determinada jazida, ela exclui outras empresas do processo, mas não impedem que estas utilizem do minério a ser extraído, por meio da compra. Por fim, como já vimos, o minério é um bem público, uma riqueza do povo. Em seu estado natural ele é não excludente e não rival, entretanto, desconsiderando o monopólio natural das empresas, e pensando na extração pelos indivíduos, apresenta características de *recursos comuns*. A cada extração por indivíduo, não exclui outros de explorar, todavia, torna o recurso mais escasso. Na Tabela 2.5, temos sintetizados os principais bens na indústria mineradora.

Tabela 2.5 - Quatro categorias de bens e sua relação de rivalidade e exclusividade na mineração.

		Rival?	
		<i>Sim</i>	<i>Não</i>
Excludentes?	<i>Sim</i>	Bens privados	Monopólios naturais
		Chapas de aço	Empresa exploradora da jazida
		Barragens de rejeito	
	<i>Não</i>	Recursos comuns	Bens públicos
		Minério extraído	Minério em seu estado natural
		Recursos naturais	Água

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁷ É importante ressaltar que na lei antitruste (nº 8.884/1994), no seu artigo 20 versa que “Constituem infração da ordem econômica, independentemente de culpa, os atos sob qualquer forma manifestados, que tenham por objeto ou possam produzir os seguintes efeitos, ainda que não sejam alcançados [...] § 1º A conquista de mercado resultante de processo natural fundado na maior eficiência de agente econômico em relação a seus competidores não caracterizam o ilícito previsto no inciso II. § 2º Ocorre posição dominante quando uma empresa ou grupo de empresas controla parcela substancial de mercado relevante, como fornecedor, intermediário, adquirente ou financiador de um produto, serviço ou tecnologia a ele relativa. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/busca?q=Art.+20+da+Lei+Antitruste>. Acesso: 07 de maio, 2020.

Por fim, será tratado o ecossistema que contém e sustenta o todo, no qual se valerá das análises dos recursos bióticos e abióticos. Hoje não é mais novidade, mas ainda de difícil compreensão, que a humanidade vive em um planeta finito. A tese de Boulding (1966) referente a *teoria do cowboy*⁸ e *teoria do astronauta*⁹ nunca fez tanto sentido como nos tempos atuais. O planeta Terra é uma nave espacial com uma tripulação e um dado limite de recursos. Alguns destes recursos são renováveis e outros tantos não o são. Diante desta perspectiva, torna-se evidente que o sistema econômico não pode crescer indevidamente, pois mesmo com substitutos, algumas *funções e serviços ecossistêmicos* não podem ser substituídos (água limpa, ar puro, etc.). Os sistemas econômicos bem como as populações humanas não podem continuar crescendo para sempre, de forma exponencial.

Um cálculo simples mostra que mesmo a uma taxa de crescimento contínuo de 1%, a população humana teria uma massa superior a todo o planeta em apenas 3.000 anos. Da mesma forma, não podemos continuar aumentando a massa física de artefatos que detemos e consumimos nos próximos 1.000 anos ao mesmo ritmo que fizemos nos últimos 50 anos. O relatório mais recente da ONU estima que a população mundial se estabilizará em cerca de 9 bilhões de pessoas no ano 2300, apesar de muitos ecologistas acreditarem que os ecossistemas do planeta teriam dificuldades em sustentar mesmo a metade desse número (DALY; FARLEY, 2016, p. 107).

Diante deste cenário nada otimista, torna-se elementar a compreensão mais aprofundada dos recursos que a natureza oferece a humanidade. Neste sentido, entra-se no penúltimo tópico do subcapítulo: recursos bióticos e abióticos. Romeiro (2010, p. 13), compreende que os recursos bióticos estão no conjunto de indivíduos e comunidades de plantas e animais, já os abióticos compõem a estrutura ecossistêmica, fornecendo “[...] as fundações sobre as quais os processos ecológicos ocorrem”. Desse modo, em ambos os casos, temos comportamentos que não são lineares. Em síntese, os recursos bióticos são os recursos renováveis e os *serviços ecossistêmicos*, já os recursos abióticos são elementos como: combustíveis fósseis, água, terra, energia solar, minerais entre outros.

Iniciando pelos *recursos bióticos*, estes conforme Daly e Farley (2016, p. 145), incluem “[...] as matérias-primas sobre as quais a produção econômica e vida humana depende”. Dentro deste escopo se encontram os serviços ecológicos e a capacidade de absorção. Os autores acrescentam que “[...] no momento em que os recursos não renováveis estiverem esgotados”, a

⁸A teoria do cowboy é associada ao comportamento imprudente, explorador, romântico e violento, que são características das sociedades abertas. A sociedade aberta deve ser compreendida como aquela em que não há limites, tornando possível explorar o máximo, sem perdas ecossistêmicas.

⁹A teoria do astronauta compreende que há limites na sociedade, fazendo ela se tornar fechada. Considera o Planeta Terra uma nave espacial, com recursos limitados, sendo que seus tripulantes necessitam utilizar sabiamente os recursos, por não ter se ter um local para de pouso.

humanidade necessitará cada vez mais das capacidades de regeneração dos recursos bióticos. As três categorias básicas utilizadas por Daly e Farley (2016, p. 150-151), que podem ser considerados tanto *recursos fluxos de estoque* como *recursos fundo de serviços*, são:

- 1) Recursos renováveis: apresentam os elementos da estrutura do ecossistema que fornecem as matérias-primas para os processos econômicos.
- 2) Serviços ecossistêmicos: são definidos como as funções do ecossistema com o valor para os seres humanos e gerados pelos fenômenos emergentes através da interação dos elementos da estrutura do ecossistema.
- 3) Capacidade de absorção de resíduos: este é um serviço ecossistêmico que por apresentar características únicas e fundamentais aos humanos, foi isolado para ter um tratamento distinto.

Desta forma percebemos que os recursos bióticos são indispensáveis, pelo menos no atual estágio da civilização humana, atrelado ao *mundo vazio* e *mundo cheio*. Conforme o mundo torna-se mais cheio, a capacidade de resiliência dos recursos bióticos tende ao caos, exigindo soluções não lineares. Quando relacionado os recursos bióticos com algumas categorias de análise econômicas (Tabela 2.6), evidencia a necessidade de outras abordagens não convencionais para o tratamento destas questões.

Tabela 2.6 - Características relevantes selecionadas dos recursos bióticos.

Recurso biótico	Fluxo de estoque ou fundo de serviço	Pode tornar-se dispensável	Rival	Rival entre gerações	Substitutibilidade
Recursos renováveis	Fluxo de estoque	Sim	Sim	Depende do ritmo de utilização	Elevada na margem, em última análise não substituível
Serviços ecossistêmicos	Fundo de serviços	Não	Na maior parte, não	Não	Baixo na margem, não substituível
Capacidade de absorção de resíduos	Fundo de serviços	Sim	Sim	Depende do ritmo de utilização	Moderado na margem, não substituível.

Fonte: Daly e Farley (2016, p. 166).

Apresentado a base dos recursos bióticos, fica claro que a sua compreensão merece destaque para os pensamentos econômicos. Enriquez (2010, p. 49), verifica que deste os primórdios da formação da teoria econômica, sendo negligenciado por um período, “[...] os

recursos naturais exerceram um papel central, mas como explicação de fonte material de riqueza”. Abaixo temos três contribuições de Enriquez (2010, p. 49).

- 1) Os fisiocratas – deste a metade do século XVIII os fisiocratas afirmavam que o setor agrário era a origem de todo o excedente.
- 2) A escola clássica I – no início do século XIX, dado a expansão capitalista em decorrência da escassez dos recursos naturais, foi percebido por Thomas Malthus um desequilíbrio entre o crescimento populacional e a oferta de alimentos.
- 3) A escola clássica II – com a tese de Jevons, na segunda metade do século XIX, inicia-se uma preocupação com o uso indiscriminado do carvão mineral na Inglaterra, que poderia levar este recurso vital a exaustão.

Os *recursos abióticos* são classificados em cinco grandes grupos, iniciando com os combustíveis fósseis, passando posteriormente para água, terra, energias solares e minerais, sendo o último o foco da pesquisa. Daly e Farley (2016, p.132) concluem que dentro da discussão sobre os combustíveis fósseis, há três principais fatos. O primeiro que estes recursos, depois de utilizados, desaparecem, sendo bens rivais. O segundo é que dado a finitude dos combustíveis fósseis apresentam um fluxo de estoque que pode ser extraído na velocidade desejada, a depender da tecnologia, tendo como um dos limitadores os custos energéticos da extração. Por fim, o terceiro é a conclusão refere-se às populações e os sistemas econômicos e sua dependência por este tipo de energia. Isto posto, “[...] neste momento, não temos tecnologias disponíveis para manter 7 bilhões de pessoas na ausência de combustíveis fósseis” (DALY; FARLEY, 2016, p. 132).

A água é outro recurso abiótico que tem seu estoque finito. É compreendido que 70% da superfície do planeta é coberta de água e que a água doce representa apenas 3% deste total, sendo, mais de 2% deste valor se encontra nas calotas polares e geleiras. Daly e Farley (2016, p. 139) percebem que a água apresenta uma dupla natureza entre *recurso de fluxo de estoque* e de *recursos fundo de serviço*, e pode ser rival ou não rival, a depender do seu uso. Destarte, “[...] como a água corrente é reciclada através do ciclo hidrológico, ela é não rival entre as gerações”, no qual sua *exclusividade* pode variar.

De modo a analisar a questão terra, um ponto-chave se dá pela renda desta, utilizando os princípios de David Ricardo (1772-1823). A formação da renda da terra de Ricardo consistia na questão referente a escassez de terras e à diferenciação das produtividades entre elas. Para ele:

Essa renda é a porção do produto da terra paga ao seu proprietário pelo uso das forças originais e indestrutíveis do solo. A renda é frequentemente confundida com os juros e com o lucro do capital, e, na linguagem popular, o termo é aplicado a qualquer pagamento anual de um agricultor ao proprietário da terra em que trabalha. Se, de duas fazendas vizinhas com a mesma extensão e idêntica fertilidade natural, uma contasse com todas as vantagens de edificações agrícolas, e se, além disso, estivesse

devidamente drenada e adubada e adequadamente repartida por sebes, cercas e muros, enquanto a outra não apresentasse nenhuma dessas benfeitorias, naturalmente maior remuneração seria paga pelo uso da primeira; não obstante, em ambos os casos essa remuneração seria chamada renda. (RICARDO, 1996, p. 44)

Por conseguinte, Daly e Farley (2016, p. 139), analisando a questão da terra ricardiana, compreendem que faz parte de um “[...] substrato físico e lugar, diferente das outras qualidades produtivas”. Dessa forma, é um fundo que fornece serviços capazes de dar suporte aos seres vivos, sendo que são “[...] seguramente excludentes e, para um determinado ponto no tempo”, rivais, desse modo, o uso da terra ricardiana não se esgota (DALY; FARLEY, 2016, p. 140). Percebem que embora seja rival dentro de uma geração, é não rival entre as gerações e é absolutamente inesgotável dentro do tempo histórico.

A energia solar é a fonte energética que nutre o planeta Terra; o planeta irradia com cerca de “[...] 19 trilhões de toneladas equivalentes de petróleo por ano” (DALY; FARLEY, 2016, p. 140). Portanto, é “[...] mais energia do que pode ser encontrada em todas as reservas de combustíveis fósseis”, durando bilhões de anos (DALY; FARLEY, 2016, p. 140).

Enquanto a energia solar irradiar a Terra com mais energia do que os seres humanos são capazes de utilizar, para efeitos práticos, será um recurso de fundo de serviços, que chega à superfície da Terra a uma taxa fixa e que não pode ser armazenado de forma eficaz para uso posterior. Não importa quanta energia solar uma nação ou um proprietário de terra capture, não deixará menos para os outros captarem, e é inerentemente um recurso não excludente (DALY; FARLEY, 2016, p. 142).

Por fim, a questão central desta pesquisa está na relação dos recursos abióticos minerais. As reservas desses recursos são finitas e dado a primeira lei da termodinâmica, tem um limite físico de acordo com o crescimento material da economia. Este recurso é considerado não renovável, e a tecnologia nesse caso, é que dita o ritmo de sua extração, “[...], mas existe um limite entrópico à eficiência” (DALY; FARLEY, 2016, p. 133).

Enriquez (2010, p. 53), aborda que dado à relação “[...] entre o tempo que os processos naturais necessitam para concentração dos minérios em jazidas comercializáveis e o tempo para estes serem extraídos (explotados)” é o que leva a encaixá-los em recursos não renováveis, ou exauríveis. Destaca ainda que uma forma de diferenciação é apresentada por conceitos como: reservas, recursos e recursos hipotéticos. Desta forma, as reservas minerais possuem uma medição física feita pelo teor e pela quantidade de concentração do mineral, além da viabilidade econômica de sua extração. Devemos ressaltar que o recurso não apresenta o mesmo nível de detalhamento, mesmo conhecendo sua existência. Por fim, os recursos hipotéticos “[...] são

todos os recursos conhecidos e não conhecidos, mas possíveis de existir em uma determinada porção da crosta terrestre e capazes de serem utilizados no futuro” (ENRIQUEZ, 2010, p. 53).

Enriquez (2010) apresenta o conceito da caixa de MacKelvey (figura 2.5), este conceito auxilia na visualização e na compreensão das delimitações entre a reserva, o recurso e os recursos hipotéticos. Os critérios usados são tecnológicos e econômicos, que na base e no topo da caixa há uma questão técnica, dado ao nível de conhecimento do subsolo. Há na esquerda uma relação entre preço e custo, abrindo duas frentes: econômicos (reservas) e sub econômicos (recursos condicionais). Abaixo, possui duas setas indicando os recursos conhecidos e desconhecidos, dado o nível de certeza técnica. À direita, tem graus de praticabilidade econômica de recuperação crescente, como medida pelo preço e pelo seu custo. Importante destacar, que segundo a autora, esta caixa é muito útil, todavia é limitada por não considerar questões ambientais e sociais para determinação de uma reserva. Outro ponto importante, está no fluxo energético, pois, “[...] à medida que a extração aumenta, surge a necessidade de alcançar reservas de menor teor e/ou de mais difícil acesso” (ENRIQUEZ, 2010, p. 54).

Dois bons exemplos são alguns dos projetos de mineração em Minas Gerais que exploram minérios de baixo teor e as minas do Complexo Carajás, que exploram minérios de alto teor. Em um dado momento, as minas do Complexo Carajás terão que explorar minérios de pior teor, gerando mais resíduos e exigindo maior fluxo de energia e matéria. Em outras palavras, conforme a economia cresce, esgotam primeiro os minérios mais valiosos, passando para aqueles com menor grau de pureza para outros períodos, aumentando os custos de produção, devido a redução da renda da terra.

Figura2.5 - Caixa de MacKelvey: critério para delimitação de reservas minerais.

Fonte: Enriquez (2010, p.54).

Para Saez (2017), a mineração é uma atividade de alto risco, mesmo para os investidores, pois sua natureza tem complexidades operacionais, sociais e ambientais. Problemas extremos, como o rompimento ou o vazamento de barragens de rejeitos, acarreta paralisação das operações, como o ocorrido na Samarco S.A. e na Vale S.A. Outra questão importante, também compreendida pela autora, está relacionada as comunidades locais que podem se contrapor à implantação destes projetos, por ameaçar seu modo de vida.

Tendo em vista as delimitações das reservas minerais, bem como os riscos associados a esta atividade, tem-se o problema da reciclagem dos materiais. Diferente dos combustíveis fósseis, os minérios podem ser reciclados, isso exige mais energia para o empreendimento e considerando a impossibilidade de uma reciclagem 100% eficaz. Para Georgescu-Roegen (1971), o esgotamento dos minerais é mais preocupante do que o fim dos combustíveis fósseis, dado a sua falta de substitutos.

Daly e Farley (2016, p. 135), considerando a lei da entropia, percebem que, conforme for se esgotando os minérios mais concentrados, a opção mais viável, em termos monetários, é minerar os resíduos com menor entropia. Para exemplificar, as barragens de rejeito mineral possuem exatamente estas características, armazenando minérios de baixo teor de pureza. Quando uma mina se exaurir, e no momento em que houver tecnologias para tal, as novas jazidas serão as próprias barragens de sedimentos e de rejeitos. Desse modo, será necessária ainda mais energia, mais recursos e *serviços ecossistêmicos* e consequentemente, novas

barragens, visto que com a tecnologia atual, essas barragens seriam ainda maiores. Uma reflexão que fica é: e quando os minérios das barragens acabarem?

No momento em que isso ocorre, percebemos os resíduos como fontes de riqueza mineral para as gerações futuras. Para exemplificar, Daly e Farley (2016), abordam duas categorias para os resíduos. A primeira está na maior parte em forma de produtos que deixam de funcionar, tornando-se obsoletos ou fora de moda. Estes não são reciclados “[...] porque ainda é mais barato ou conveniente extrair fluxos minerais virgens da terra” (DALY; FARLEY, 2016, p. 135). O segundo, corresponde aos resíduos resultantes da entropia que “[...] está na forma de erosão mecânica ou química do material em questão” (DALY; FARLEY, 2016, p. 136).

O exemplo apresentado por Daly e Farley (2016) diz que as moedas, eventualmente se desgastam pelo uso, já outros metais enferrujam até o seu fim. Por este motivo, as reservas minerais subterrâneas brutas não se esgotam, devido à ação da primeira lei da termodinâmica. Pois, elas simplesmente tornam-se reservas com uma entropia cada vez mais alta, a ponto de deixar de ser úteis aos seres humanos, pela ação da segunda lei da termodinâmica.

Uma questão central foi levantada por Enriquez (2007), ao pensar em uma indústria sustentável. No plano do imaginário, há necessidade cada vez mais crescente de minérios, afinal, o modelo hegemônico compreende o mundo com recursos ilimitados, com a possibilidade de crescimento infinito. Todavia, Enriquez (2007, p. 153) faz uma pergunta importante, vejamos: “[...] como a lei da oferta e da demanda em um mundo de consumo crescente pode resultar em uma indústria sustentável”? A este problema a autora acrescenta que mina de cobre de Papua Nova Guiné (OK Tedi), que “[...] gera diariamente uma quantidade de 200.000 toneladas de resíduos, o que significa uma média muito maior que todas as cidades do Japão, da Austrália e do Canadá juntas” (ENRIQUEZ, 2007, p. 153).

Os minérios são recursos relativamente não rivais entre as gerações, ou seja, o seu consumo em *devir* não é alterado em termos macro, sendo que o uso entre gerações não deixa menos recursos para as gerações futuras. Daly e Farley (2016) tiram três conclusões gerais na questão mineral. A primeira, refere-se aos recursos minerais como bens rivais num determinado ponto do tempo. O exemplo dado é o aço usado em um carro. Nesse caso, este aço não estará disponível para outra pessoa usar. Destarte, os minérios podem ser pensados “[...] como bens rivais dentro de uma geração, mas parcialmente não rivais entre gerações” (DALY; FARLEY, 2016, p. 136).

O segundo, diz respeito as reservas minerais de baixa entropia, elas são finitas, visto que podem ser extraídas praticamente a qualquer ritmo. Por fim, a terceira questão considera que “[...] não poderíamos sustentar as populações nem os níveis de produção existentes na ausência destes materiais” (DALY; FARLEY, 2016, p. 136).

Este ponto é importante, dado que há algumas correntes totalmente contrárias a exploração de minério, considerando-as como maldição, algo a ser trabalhado ao longo da pesquisa. Segue abaixo um resumo dos recursos abióticos (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 - Características relevantes selecionadas dos recursos abióticos.

Recurso abiótico	Fluxo de estoque ou fundo de serviço	Pode tornar-se dedutível	Rival	Rival entre gerações	Substitutabilidade
Combustíveis fósseis (não renováveis)	Fluxo	Sim	Sim	Parcialmente	Alto na margem, em última análise não substituível
Minerais (parcialmente recicláveis)	Fluxo de estoque	Sim	Sim	Parcialmente	Alto na margem, em última análise não substituível
Água (reciclagem solar)	Dependente do contexto	Dependente do contexto	Dependente do contexto	Estoques, sim: fundos e reciclagem, não	Não substituível nas utilizações mais importantes
Terra segundo Ricardo (indestrutível)	Fundo de serviços	Sim	Sim	Sim	Não substituível
Energia solar (indestrutível)	Fundo de serviços	Não	Não, por razões práticas	Não	Não substituível

Fonte: Daly e Farley (2016, p.143).

2.2. DO MICRO AO MACRO: O MUNDO VAZIO E O MUNDO CHEIO

Conforme trabalhado na seção anterior, a economia refere-se ao gerenciamento da casa, cujo estudo da alocação de recursos escassos é o ponto central para sua disciplina. Todavia, houve um tempo em que os recursos eram abundantes e que as suas utilizações pouco afetavam

os ecossistemas planetários. Diante disso, Herman E. Daly cunhou os termos *mundo vazio* e *mundo cheio*. Como a crença atual se dá por crescer cada vez mais, sem limitadores, visto que um questionamento se relaciona com a *capacidade de suporte* do planeta. Sem muitas dificuldades, é possível observar que muitos dos serviços e funções ecossistêmicos que as empresas e a sociedade necessitam estão se esgotando. No caso da mineração, o esgotamento é calculado de acordo com o que as jazidas possuem - *ceteris paribus* – um período útil, que no geral, não passam de décadas. Se há este limite planetário, como é possível crescer infinitamente com recursos finitos? Qual seria o seu custo de oportunidade? Seria possível um aumento do bem-estar sem o crescimento econômico? Quais as externalidades de um crescimento infinito em um planeta finito?

Diante destas questões e considerando o custo de oportunidade, se faz necessário explorar cinco conceitos importantes para a análise econômica, sendo: *alocação eficiente*; *distribuição justa*; *escala sustentável*; bem-estar e externalidade

Iniciaremos com dois termos de fundamental importância: *alocação eficiente* e *distribuição justa*. Estes conceitos são fundamentais para a compreensão do pensamento econômico ecológico, juntamente com a *escala sustentável*. A *alocação eficiente* dos recursos naturais, bem como a *distribuição justa* de suas riquezas, está diretamente atrelada com a *capacidade de suporte* da natureza, para que posteriormente seja possível identificar uma *escala sustentável* (GARCIA; ROMEIRO, 2014, p. 137).

O estudo da economia tem como pressuposto básico a ciência da alocação e distribuição de recursos escassos. As necessidades humanas, dentro da lógica capitalista estão fundamentadas em um processo produtivo infinito, entretanto, os recursos naturais são finitos. Estabelecida essa problemática, se pode vislumbrar uma tensão entre as necessidades humanas ilimitadas e um limite na *capacidade de suporte* da natureza, sendo que este conflito é a base do pensamento econômico moderno. Devido à insaciedade dos seres humanos, expandindo a oferta e demanda de bens e serviços, visando ainda aumentar o seu bem-estar individual, com isso, o seu crescimento infinito torna-se “[...] uma variável mensurável e adequada para o fim desejado” (DALY; FARLEY, 2016, p. 34).

Dentro dessa perspectiva de compreensão das ciências econômicas, na qual o problema fundamental é a lei da escassez, um dos principais pensadores foi o economista britânico Lionel Robbins (1898-1984). Robbins tem como foco para sua análise, o fato de a escassez forçar uma opção econômica. Para este autor, a economia é a ciência das ações humanas diante de recursos limitados (terra, natureza, capital e trabalho), pois, essa escassez implica que nem todos os

desejos podem ser atendidos (custo de oportunidade). A problemática de Robbins refere-se na tomada de decisões, desse modo a sociedade é que deve decidir quais e quantos bens produzir, consistindo no problema de *alocação eficiente*. Essa definição de economia é amplamente aceita, mas sua principal crítica se deve à sua pequena amplitude, sendo nesse caso, necessária uma investigação de como as sociedades geram recursos ao longo do tempo.

Para Hunt (2012, p. 134), desde o início do capitalismo, há problemas com a alocação. Sempre houve dependência das forças entre a oferta e demanda para o equilíbrio do mercado, sendo que esta variável “[...] resultou em crises econômicas que se repetem ou em depressões”. Em outras palavras, dado a falhas de alocação, os vendedores encontram dificuldades para encontrar compradores para suas mercadorias. O resultado deste fenômeno é uma capacidade física ociosa, desemprego, aumento da pobreza e o sofrimento social.

Hunt (2012, p. 537), acrescenta que para as teorias neoclássicas o princípio de eficiência está atrelado ao ótimo de Pareto¹⁰. Nesta análise, os únicos valores que contam é a preferência de cada individual das pessoas, equiparado ao seu poder de compra”. Todavia, dada a racionalidade limitada do mercado, os problemas da alocação de recursos necessitam englobar valores sociais e as premissas empíricas e comportamentais. Daly e Farley (2016, p. 33), corroboram que a economia é o estudo da alocação de recursos limitados e escassos, oferecendo três perguntas fundamentais para orientar as opções econômicas, sendo:

- 1) Quais fins desejamos?
- 2) Quais recursos, limitados ou escassos, necessitamos para obter estes fins?
- 3) Quais fins são prioritários e até que ponto deveríamos alocar recursos para eles?

Daly e Farley (2016, p. 34) destacam que a alocação consiste no processo de “[...] dividir os recursos para a produção de diferentes bens e serviços. Pela ótica neoclássica, temos a concentração no mercado como mecanismo de alocação, tendo como pressuposto a ideia de Pareto. Já para a economia ecológica reconhece que o mercado é apenas um dos vários possíveis mecanismos de alocação. Desse modo, “a *alocação eficiente* é importante, mas está longe de ser um fim em si mesma” (DALY; FARLEY, 2016, p. 34).

Portanto, dentro da perspectiva econômica ecológica apresenta um papel terciário para as questões políticas de alocação. Apesar disso, reconhecem como “[...] um componente vital de uma boa política” (DALY; FARLEY, 2016, p. 579).

¹⁰“Uma situação é eficiente no sentido de Pareto se não existir nenhum modo de melhorar a situação de algum grupo de pessoas sem piorar a de algum outro grupo. O conceito de eficiência de Pareto pode ser utilizado para avaliar diferentes formas de alocar os recursos” (VARIAN, 2006, p.19).

Um bom exemplo da visão da economia ecológica em relação a *alocação eficiente* é dado no seguinte exemplo:

Os economistas ecológicos consideram a Terra como um navio e a produção material bruta da economia como a carga. A navegabilidade do navio é determinada pela sua saúde ecológica, pela abundância das suas provisões e pelo seu design. Os economistas ecológicos reconhecem que estamos navegando em mares desconhecidos e que ninguém consegue saber a previsão do tempo para a viagem, por isso não sabemos exatamente quão pesada a carga pode ser sem afetar a nossa segurança. O que sabemos é que uma carga pesada demais afundará o navio (DALY; FARLEY, 2016, p. 35-36)

Varian (2003, p.665), considera que a *alocação eficiente* auxilia em alguns julgamentos morais específicos para examinar suas implicações na *distribuição justa*. A distribuição se refere a forma de repartição entre todos os indivíduos, no qual, tem uma relação com a *escala sustentável*. Está possui uma preocupação com as gerações futuras, ou a distribuição intergeracional (*devir*). Não por acaso que esses três conceitos são os pilares da economia ecológica, que veremos e ampliaremos o debate ao longo do trabalho.

Compreendendo se há algum mal em acumular riqueza apenas para conseguir status, Daly e Farley (2016, p. 562) concluem que em primeiro lugar percebem que as pessoas que exibem seu status por meio do consumo conspícuo, aumentam a escala produtiva. Em segundo lugar, o “[...] status é medido em relação à posição de outros e, portanto, é um jogo de soma zero”. Isto posto, o consumo conspícuo é uma externalidade negativa e “[...] as pessoas deveriam pagar pelos impactos negativos que impõem aos outros” (DALY; FARLEY (2016, p. 562).

Hunt (2012, p. 538), critica o pensamento da distribuição neoclássica, pois ao considerar o ótimo de Pareto “[...] só pode ser defendido em relação a uma distribuição específica de riqueza e de renda”, sendo o “[...] ponto fraco, em termos normativos, mais decisivos da teoria”. Strathern (2003) adiciona o pensamento de alguns nomes importantes para a economia, relacionando-os com a questão da distribuição. Thomas Malthus (1766-1834), por exemplo, sugere que o Estado deve intervir na distribuição de renda, visto que os proprietários de terra deveriam receber mais e os capitalistas menos, com o objetivo de evitar superproduções. Já Stuart Mill (1806-1873) não considerava a distribuição algo fundamental, pois as leis que governam a economia é a produção. Em contrapartida, Saint-Simon (1760-1825) acreditava que poderia começar tudo do zero, com uma sociedade racionalmente projetada, de modo a produzir uma distribuição mais justa da riqueza da nação, algo tentado por Robert Owen (1771-1858) por meio de sua visão cooperativista (STRATHERN, 2003).

É importante notar, segundo Haddad (2017), que o crescimento econômico e a sua distribuição de renda e riqueza possuem um caráter paradoxal. No Brasil, configurações que dizem respeito ao crescimento são bastante diferenciadas, dado aos diversos períodos históricos. Logo, a economia ecológica se preocupa com indicadores por intermédio biofísico, que “[...] incorporem considerações acerca da distribuição ecológica” (MONTIBELLER, 1999, p. 129).

Assim, Montibeller (199, p. 130) “[...] coloca que a distribuição ecológica significa a alocação social, espacial e temporal no uso humano dos recursos e serviços ambientais”. Tendo isso em vista, colocamos os elementos que tornam o tema, em nosso entendimento, ainda mais complexo.

Estes conceitos estão na base microeconômica e compreendê-los é de fundamental importância para avançar nas análises de *mundo cheio* e *mundo vazio* (visão macroeconômica global), no qual se finaliza o tripé ecológico com a ideia da escala ótima, que para a economia ecológica devemos pensar na *escala sustentável*. Vale lembrar que conforme Daly e Farley (2016, p. 51) a “[...] escala ótima é atingida quando o custo marginal for igual ao benefício marginal ($CMg = BMg$)”, sendo que caso este valor seja ultrapassado, é corretamente atribuída a proposição da “[...] regra de quando parar – ou seja, quando parar de crescer”.

A escala ótima, conforme abordado, demonstra que os limites produtivos determinam as preferências, dado a sua utilidade, escolhas e restrições. Na visão econômica tradicional, esta questão não fica explicitamente demonstrada, devido a sua relevância para o capitalismo e sua incompreensão quando se pensa no crescimento em escala planetária. No trabalho de Montibeller (1999), sua hipótese vem ao encontro com as perspectivas do presente trabalho, pois, duas dimensões foram usadas – a temporal e a espacial – buscando compreender no curto e no *devir* (tendência secular) a relação do capital com o meio ambiente. Portanto, dado que “[...] o planeta é finito e materialmente fechado, o sistema econômico não pode existir indefinidamente, mesmo que não aumente de tamanho” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 42).

Não é possível para a espécie humana deixar de utilizar as *funções e serviços ecossistêmicos*, pois o impacto ambiental zero é utópico. No entanto, “[...] a questão é como fazê-lo de forma inteligente, com uso da razão e o propósito de se viver melhor”, entrando assim na questão relacionada ao bem-estar (CAVALCANTI, 2010, p. 55).

As discussões a respeito dos novos paradigmas do capitalismo estão a todo vapor, dado o seu eminente colapso devido aos limites ambientais. Para Haddad (2017, p.45), existem especialistas que preveem uma desaceleração econômica em escala mundial, ou seja, o fim do

crescimento econômico como se conhece. Desta forma, buscamos alternativas de prosperidade para uma economia sem o crescimento, incluindo diversas análises e modelos para isto. Um desses modelos é dado pela “[...] estruturação de uma nova onda de inovações Schumpeterianas para o crescimento das economias capitalistas ao longo das próximas décadas” (HADDAD, 2017, p. 45).

Isto posto, aliando os conceitos já tratados, ao relacionar com a economia ecológica, podemos compreender que:

A economia ecológica procura uma abordagem contra as catástrofes ambientais iminentes pregando a conservação dos recursos naturais mediante uma ótica que adequadamente considere as necessidades potenciais das gerações futuras. Essa abordagem pressupõe que os limites ao crescimento fundamentados na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte são reais e não necessariamente superáveis por meio do progresso tecnológico. Isto significa que ao lado dos mecanismos tradicionais de alocação e distribuição geralmente aceitos na análise econômica, a economia ecológica acrescenta o conceito de escala, no que se refere ao volume físico de matéria e energia que é convertido e absorvido nos processos entrópicos da expansão econômica (MAY, 2001, p. 58).

Retornando ao bem-estar, este pode ser analisado de várias formas uma abordagem neoclássica se dá pelos conceitos de excedentes dos consumidores¹¹ e produtores¹². O excedente do produtor e consumidor são ferramentas importantes para se compreender a eficiência do mercado, auxiliando na alocação dos recursos escassos. Este conceito está na base da economia ambiental e nos seus métodos de valoração do meio ambiente.

Pela teoria neoclássica, o excedente deve ser compreendido como a relação voluntária entre consumidores e vendedores, pois, ao final das trocas há um ganho (excedente) para ambos, sendo a eficiência de Pareto alcançada em termos gerais. Mesmo em momentos que há um excedente maior para o produtor, ou para o consumidor, a redução de um, aumenta do outro, não reduzindo o excedente total. Este ganho pode ser compreendido como o aumento do bem-estar de um determinado agente do mercado, nesse caso, possuiria maior riqueza, em termos absolutos para alocar os ganhos de capital entre o investimento, a poupança e ou, o consumo. Assim, existem diversas funções de maximização do bem-estar, que tem um forte vínculo com as propostas utilitaristas de Jeremy Bentham (1748-1832).

¹¹ “Excedente do consumidor é a quantia que o comprador está disposto a pagar pelo bem, menos a quantia que ele realmente paga”. (MANKIW, 2014, p. 139).

¹² “Excedente do produtor é o montante que um vendedor recebe menos o seu custo de produção. O excedente do produtor mede o benefício que os vendedores extraem em sua participação de mercado” (MANKIW, 2014, p. 143).

Quando se amplia o escopo para o bem-estar social, é importante notar que ficam pautadas em conceitos clássicos, como alocações justas, inveja, consumo, distribuição e equidade. Assim sendo, Varian (2006, p. 665) acredita que “[...] a abordagem da função de bem-estar é uma forma muito geral de descrever o bem-estar social”, pois apresenta uma estrutura geral e torna-se complexo resumir os muitos tipos de julgamentos morais e éticos minimamente razoáveis.

Lembrando Adam Smith (1723-1790), cada comprador e vendedor do mercado tem sua preocupação focada no seu próprio bem-estar, eles são, juntos, guiados por uma mão invisível em direção ao equilíbrio (MANKIW, 2014). Neste equilíbrio, assim como a própria proposta da mão invisível, deve haver fé que os fatores encontrem uma direção de equilíbrio que possa maximizar os benefícios totais dos agentes (compradores e vendedores). Os próprios autores convencionais ressaltam o *teorema da impossibilidade de Arrow*, demonstrando que “[...] não há uma forma ideal de agregar as preferências individuais em preferências sociais”, pois para tal uma ditadura seria implementada (VARIAN, 2014, p. 668).

Este teorema, dado um conjunto de características:

[...] desejáveis e plausíveis de um mecanismo de decisão social são incompatíveis com a democracia: não há forma “perfeita” de tomar decisões sociais, nem de “agregar” as preferências individuais para construir uma preferência social. Se desejarmos encontrar um meio de agregar as preferências individuais para formar as preferências sociais, teremos que desistir de uma das propriedades de um mecanismo de decisão social distrito no Teorema de Arrow (VARIAN, 2014, p. 660).

Essa interpretação do bem-estar, a nosso ver, utiliza-se de crenças quase religiosas, afinal, a própria mão invisível nasce deste pensamento teológico dos fenômenos que não se consegue compreender. Além do mais, desconsidera completamente as relações dos compradores e vendedores com a natureza, dando a entender que os recursos ambientais são infinitos.

Na compreensão da economia ecológica, baseado principalmente nas ideias do Georgescu-Roegen (1971), o sistema econômico tem um fluxo de materiais e energias, no qual se inicia com a energia solar, de forma que esta alimente os ecossistemas terrestres (Figura 2.6). A espécie humana, dado as leis da termodinâmica, utiliza desses recursos para girar o sistema econômico, dissipando energia. Isto posto, proporciona o bem-estar para todos os indivíduos e sociedades. A produção de bens e serviços econômicos nada mais é do que a oportunidade material para que as pessoas consigam chegar à realização da felicidade, por meio do aumento do bem-estar. Neste sentido, a economia é apenas um subsistema do sistema ecossistêmico, que

tem limites que são necessários sua compreensão. Assim, para os economistas ecológicos, “[...] nossa fonte primordial de bem-estar é um sistema natural onde predomina a ordem” e o ser humano vem causando a sua desordem (CAVALCANTI, 2010, p. 65).

Figura 2.6 - Modelo biofísico do sistema econômico.

Fonte: Cavalcanti (2010, p. 59).

A desordem da ordem natural em escala micro gera as externalidades, que podem ser positivas ou negativas, criando falhas de mercado. Encontra-se neste momento, conforme Hunt (2013, p. 544), o “calcanhar de Aquiles” do pensamento neoclássico do bem-estar ao tratar as externalidades. Sachs (2006; 2009), reforça as contribuições de Hunt, pois segundo este, a economia neoclássica se concentrou unicamente no aspecto social. Com as contribuições de Georgescu-Roegen, reintroduziu os aspectos físicos e biológicos, retornando aos pensamentos dos fisiocratas. Primeiramente, busca-se explicar o que vem a ser externalidades no pensamento neoclássico e depois compreender o porquê se tornou o calcanhar de Aquiles dos economistas convencionais.

As externalidades são efeitos das atividades de produção e consumo, que podem não estar diretamente ligadas ao mercado. Em outras palavras, “[...] externalidade é o impacto das ações de uma pessoa sobre o bem-estar de outras pessoas que não tomam parte na ação” (MANKIW, 2014, p. 204).

A externalidade nasce quando um agente realiza uma ação e afeta a vida, e o bem-estar, de outros agentes, não havendo nenhuma compensação por este impacto. Caso o impacto no terceiro for adverso é denominada externalidade negativa; se benéfico, é chamado externalidade positiva. Pinkdyck e Rubinfeld (2010, p. 575), afirmam que “[...] quando as externalidades se encontram presentes, o preço de um bem não reflete necessariamente o seu valor social”. Thomas e Callan (2012, p. 75) corroboram que a externalidade é “[...] um efeito de propagação associado à produção ou consumo que se estende a um terceiro, fora do mercado”. As

externalidades negativas são aquelas, cujo efeitos externos geram custos a um terceiro. Já as positivas, são aquelas, cujo efeito gera um benefício a um terceiro.

Começamos assim a expor o “calcanhar de Aquiles” do pensamento neoclássico, afinal, tudo que foi analisado demonstra raciocínio econômico como gerador de externalidades e que, por sua vez, a teoria do bem-estar desconsidera os ecossistemas. Além desse ponto, ao se pensar na escala ótima econômica não se pode considerar como um sistema maior, pois a economia está vinculada a um sistema maior, sendo ela apenas um subsistema do sistema ecológico. Nesse sentido, existe uma regra de quando parar, na qual deve ser considerada, pois, se for considerar apenas uma pequena fração dos atuais alertas ambientais, a espécie humana já haveria ultrapassado diversos limites.

Hunt (2013, p. 544), destacou que esta linha de pensamento “[...] supõem-se que, exceto para uma única externalidade, o ótimo de Pareto existe em toda parte”, demonstrando uma improvável racionalidade perfeita do mercado, ou o ‘pé invisível’ do mercado. Para Hunt (2013, p. 544) os neoclássicos, o método para precificar as externalidades é por meio “do processo de extrapolação ou de interpolação”, também conhecido como análise custo-benefício, sendo este extremamente útil em políticas governamentais.

Strathern (2003, p. 113) adiciona, no pensamento de Bentham, “[...] o benefício que resulta do gasto governamental deveria ser comparado ao custo de imposto mais opressivo e oneroso”. Esta é uma das bases da análise custo-benefício, que hoje é pensada como uma ciência sistemática, originando uma plethora de gráficos. Entretanto, conclui o autor, “[...] no cerne dessa exatidão matemática, a mesma dificuldade permanece. É preciso reduzir benefício a bens ou serviços concretos, que não são uma medida precisa da felicidade” (STRATHERN, 2003, p. 113)

Cavalcanti (2012) salienta que o meio ambiente para os neoclássicos até existe, todavia, está em outro plano, planeta ou galáxia. Nas análises convencionais as externalidades ambientais não são refletidas nos preços de mercado, sendo que toda a depleção e degradação dos recursos recaem para a sociedade. Mesmo com a utilização da análise custo-benefício, o preço do minério de ferro não teve uma substancial elevação após o crime corporativo da Samarco S.A. (2015). O que seria mais plausível dentro da lógica de mercado perfeito, devido aos custos ambientais e sociais e uma redução da oferta global. Em novembro de 2015, mês do maior desastre ambiental do Brasil, o preço da tonelada do minério era de US\$ 46,86, e no mês seguinte caiu para US\$ 40,50. Em fevereiro de 2016, o minério estava precificado em próximo ao patamar da época do rompimento, valorado em US\$ 46,83. Considerando o crime

corporativo da Vale S.A. (2019), em dezembro de 2019, após outro rompimento de grandes proporções, o preço disparou, precipitando em US\$ 92,65, cujo pico foi em julho de 2019, com o valor estimado em US\$ 120,24¹³. Assim:

O insucesso gritante dos economistas neoclássicos com relação à abordagem correta desses problemas advém da sua incapacidade de reconhecer que, no capitalismo, embora todos os atos de produção e consumo sejam sociais (como são em todos os outros tipos de sistemas econômicos), o sistema de incentivos que governa a produção e o consumo é quase inteiramente individual (o que não ocorre obrigatoriamente em outros tipos de sistemas econômicos). É claro que é de todo impossível estabelecer direitos legais de propriedade para todos os tipos de interdependência física, biológica e social ou criar um sistema de tributação racional que elimine os aspectos sociais da produção e do consumo (ou deseconomias externas). Pelo contrário, para se caminhar para um sistema econômico que satisfaça mais adequadamente e com mais justiça às necessidades humanas, o sistema de incentivo que está por trás do próprio capitalismo precisa ser alterado, bem como o sistema de propriedade privada. Desnecessário se faz dizer, porém, que essa é uma tarefa que ultrapassa o campo das preocupações da economia neoclássica ortodoxa. (HUNT, 2013, p. 548)

Diante da dicotomia, crescimento-natureza é que se analisa o *mundo vazio* e o *mundo cheio*. A Figura 2.7, demonstra a relação entre o *capital natural* (ecossistema) e capital criado pelo homem (economia), em que o primeiro possuía prazo para sua resiliência, devido ao serviço econômico não se sobrepôr ao serviço ecossistêmico. Desse modo, a proposta de Georgescu-Roegen (1971) e o seu fluxo de materiais e energia é revisitada. Destarte, a energia solar oferece a principal fonte de energia para o *capital natural*. Contudo, sabemos que o *mundo vazio* de Herman Daly (1996; 2007; 2016) considera que aquele é momento histórico em que havia baixa densidade populacional e baixo padrão de consumo. Por este motivo, o mundo estava vazio, ou seja, o impacto do homem era compatível com o meio natural, em outras palavras, havia tempo para a resiliência dos ecossistemas.

Logo, “[...] em um *mundo vazio* é tolerável agir economicamente ‘como se’ os recursos fossem infinitos e o custo dos insumos naturais nulo, pois o custo de oportunidade no uso dos recursos naturais e ambientais é baixo” (SILVA; LIMA, 2013, p. 23).

Figura 2.7 - O mundo vazio de Herman Daly.

¹³ Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado/?mercadoria=min%C3%A9rio-de-ferro&meses=60>>. Acesso: 15 de out, 2019.

Fonte: Daly e Farley (2016, p. 53).

Aplicando este conceito ao objeto de estudo - mineração, pode-se refletir como esta atividade afetava os ecossistemas no passado. Nos primeiros garimpos da humanidade, provavelmente, já haviam pessoas atingidas; dado, por exemplo, a poluição de nascentes e rios. Entretanto, devido as grandes quantidades de terra e baixa densidade populacional, as famílias conseguiriam se realocar, não afetando sua sobrevivência. No século XVIII, em Minas Gerais, a mineração de ouro estava a todo vapor, com baixo impactos ambientais, pois havia tempo para resiliência dos ecossistemas. Mesmo considerando um pior cenário de altíssimos impactos ambientais, os pontos críticos estariam em escala local, não afetando diretamente os ecossistemas regionais, como o ocorrido pela Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019).

Destarte, a economia da época não alterava substancialmente o *capital natural*, pois o fluxo entre matéria e energia possuía uma escala pequena. Como pequena escala, temos a intenção de mostrar, que os recursos e serviços ecossistêmicos não eram afetados em termos absolutos, pois, por mais que houvesse pressão humana sobre o ambiente natural, havia o tempo necessário para sua resiliência em termos relativos.

Os resíduos e processos de reciclagem deste empreendimento não afetavam significativamente o bem-estar da população e seus ecossistemas. Desse modo, é importante destacar que está sendo considerado o início do processo de extração de ouro, momento em que havia grandes quantidades de terras e baixa densidade populacional. Por óbvio, conforme a densidade populacional teve sua expansão no período colonial, iniciaram-se alguns problemas, como da água, que já no final do século XVIII “[...] era dotado de valor econômico, suscitando

conflitos em torno da sua posse e uso” (FONSECA, 2004, p. 6). Este mesmo raciocínio pode ser aplicado na Londres dickensiana¹⁴, sendo o primeiro exemplo da era industrial do *mundo cheio*, visto que a atividade econômica sufocou o *capital natural*, afetando o bem-estar de toda população e ecossistemas regionais. Dessa forma, “[...] a escala de produção de bens e serviços era pequena, o elemento escasso ou fator limitante da produção era o capital manufaturado, ao passo que os recursos naturais e ambientais (*capital natural*) eram abundantes” (MELLO; ROMEIRO, 2010, p. 3).

O *mundo cheio* (Figura 2.8) compreende o momento em que a sociedade e seu processo econômico começa a afetar significativamente os ecossistemas, tornando este cada vez mais escasso, aumentando, sobretudo as externalidades. Assim, observamos que o bem-estar das pessoas tende a cair, pois, fica cada vez mais complexo a aquisição de *serviços ecossistêmicos* básicos, como água e ar limpos. Cavalcanti (2010) exemplifica o *mundo cheio* com um barco, em que, sua capacidade de carga deve ser compreendida. Desse modo, o *mundo cheio* busca a distribuição ótima da carga em seu interior, por isso, “[...] deve respeitar a linha de calado”, pois no momento em que se chega nesta linha, denota que o barco está cheio, “[...] alcançado a sua capacidade segura de carga (escala ótima)” (CAVALCANTI, 2010, 57).

Figura 2.8 - O mundo cheio de Herman Daly

Fonte: Daly e Farley (2016, p. 53).

¹⁴ Charles Dickens (1812-1870) foi um escritor inglês do século XIX, vivendo o início da Revolução Industrial. Ele escreveu vários livros, muitos apresentando a vida cotidiana da população degradante e humilhante daquela nova sociedade. Esse termo se refere a eventos grotescos, bizarros, de indivíduos socialmente marginalizados por um sistema que reproduzia a miséria social.

Desse modo, as duas questões que Cavalcanti (2010, p. 57) propõe se dão em: “[...] quando pode ser extraído e quando pode ser devolvido ao meio ambiente por meio do processo econômico? Qual a escala da economia compatível com sua base ecológica?”. Afirma que diferente da visão dos economistas ambientais, que se preocupam com o mercado, interessados apenas na forma da acomodação da carga no barco, os economistas ecológicos consideram a carga como componente fundamental. Se valendo dos princípios da física e ecologia, dentro de um *mundo cheio*, assim como o barco, um dado momento o planeta pode afundar, caso a sua capacidade seja ultrapassada.

A procura e obsessão pelo crescimento econômico estão ultrapassando as fronteiras planetárias. A alta densidade demográfica e o seu alto consumo não permitem a capacidade do *capital natural* de reciclar as matérias. Os serviços econômicos trazem muitos receios a diversos pesquisadores e estão subjugando os *serviços e funções ecossistêmicos*. A pegada ecológica é um exemplo desse problema, pois supera em 50% a capacidade da Terra (WWF, 2014).

Alves (2015, p. 1318) analisando o Laudato Si, reforça que este documento está em conformidade com o pensamento científico, nesse sentido, há uma “[...] intensificação dos ritmos de vida e trabalho” tornando o mundo natural cheio de feridas “[...] produzidas pelo comportamento irresponsável do ser humano”. Logo, esta obsessão pelo crescimento econômico significa que a humanidade está próxima do colapso ecológico.

Alves (2015, p. 1325), observa outra variável iniciada por Thomas Malthus. O preocupante crescimento demográfico acelerou significativamente após a revolução industrial e energética, aumentando em 4 vezes o seu tamanho no século XX. “Passou de 1,56 bilhões de habitantes em 1900 para 6,10 bilhões de habitantes em 2000”, tornando um *mundo vazio* em *mundo cheio*, com acréscimo de 4,5 bilhões de pessoas em apenas 100 anos (ALVES, 2015, p. 1318). Este autor relata que o ritmo demográfico diminuiu no século XXI, mas apenas entre 2000 e 2011 houve um incremento de 1 bilhão de habitantes, chegando a 7,4 bilhões de pessoas em 2017.

Em vista disso, os recursos que eram aparentemente ilimitados no *mundo vazio*, se tornaram se altamente escassos no *mundo cheio*. Cavalcanti (2017, p. 65), informa que o “[...] PIB global, a preços atuais, de 2 trilhões de dólares em 1900 para 95 trilhões em 2017”. Desse modo, além da multiplicação demográfica, a economia teve uma alavancagem de 47,5 vezes. Por conseguinte, para Alves (2015, p. 1325), a divisão de população da ONU estima que até 2100, a população mundial será próxima de 11 bilhões de habitantes.

No caso de se confirmar essa projeção, o século XXI terá o maior volume populacional de todos os tempos, com um aumento próximo de 5 bilhões de habitantes entre 2000 e 2100. Este aumento ocorrerá em países pobres, com baixa ou nula políticas de proteção social, “[...] podendo jogar diversos países no círculo vicioso da armadilha da pobreza” (ALVES, 2015, p. 1325).

Resumindo, esta perspectiva de *mundo vazio* e *mundo cheio* para Daly e Farley (2016, p. 51), tem uma conotação, na qual o primeiro “[...] ambiente não é escasso e o custo de oportunidade da expansão da economia é insignificante”. Todavia, com o crescimento populacional e a busca de crescimento a todo custo, dentro de um ecossistema finito, levou ao *mundo cheio*, sendo que o custo de oportunidade do crescimento será significativo. A questão do estoque para os economistas ecológicos se refere o fluxo de bens e serviços no futuro, pois, os estoques de capital feitos pelo homem incluem os nossos corpos e mentes, criando assim as nossas estruturas sociais. Desta forma, o *capital natural* nada mais é que o “[...] estoque que rende um fluxo de serviços naturais e recursos naturais tangíveis” incluindo: “[...] energia solar, terra, minerais, combustíveis fósseis, água, organismos vivos, e os serviços proporcionados pelas interações de todos estes elementos nos sistemas ecológicos” (DALY; FARLEY, 2016).

Para Daly e Farley (2016, p. 51-52), as duas principais fontes de bem-estar a disposição para o homem são os: serviços de capital, aqueles feitos pelo homem e os serviços de capital natural, conforme as Figuras 2.7 e 2.8, sendo a parte cinza representativa do capital feito pelo homem (economia) e, tudo que está fora, os serviços de capital natural. Quando se aplica estes conceitos ao objeto da presente pesquisa, observamos a relevância de cada item para ampliar o debate acerca da mineração, principalmente, quando há barragens de rejeitos com risco de rompimento a qualquer momento, dada a ação da entropia.

Para o setor mineral, é bastante complexa a definição da escala ótima. Caso este cálculo tenha somente um olhar pelo viés econômico, sem considerar a *capacidade de suporte* dos ecossistemas, trará perdas imensuráveis a todos envolvidos, de indivíduos a ecossistemas. Conforme Santos e Wanderley (2016, p. 88), foi estimado que “[...] as barragens de rejeitos cresceram proporcionalmente em número e escala”, visto que a indústria de exploração mineral brasileira sofre de uma espécie de dependência de barragens.

Conforme Franca (2009, p. 3-4), “[...] estatisticamente a cada 30 anos as barragens de rejeitos e cavas aumentam dez vezes em volume e; dobram em altura ou profundidade”. No Brasil, conforme a CBDB há “[...] 450 barragens com altura igual ou superior a 15 metros”. Franca (2009), ainda apresenta o quadro geral da Vale, sendo que esta empresa possui cerca de

300 barragens em números absolutos apenas no Brasil. Dessas, são divididas em três classes na área de ferrosos (Fe + Mn), sendo 62 barragens de rejeito, 155 barragens de contenção de sedimentos e 12 barragens para armazenamento de água.

Como o minério é um recurso exaurível, Enriquez (2007, p. 132), nos lembra da regra de Hotelling (1931), sendo este:

[...] um princípio da teoria dos recursos exauríveis que afirma que “o valor de uma unidade inexplorada (reserva mineral) sobe de acordo com a taxa de juros”, ou seja, as jazidas minerais do subsolo se valorizam na medida direta da variação da taxa de juros. Essa visão dá amparo às decisões de manter intocadas as jazidas na espera de uma queda na taxa de juros e, consequentemente, de uma alta dos preços unitários da produção mineral efetiva.

Esta regra tem como princípio o uso da escala ótima dos recursos esgotáveis, derivado do campo da microeconomia, dado a sua finitude, ela envolve decisões intertemporais. Enriquez (2010, p. 55), afirma que “[...] as decisões intertemporais implicam em opções feitas no presente, mas que terão consequências no futuro”. Em outras palavras, os recursos que são exauríveis possuem como desafio principal, o momento adequado para a sua extração, no entanto, a autora adiciona a seguinte pergunta: “[...] é melhor consumir os minérios de Carajás agora ou deixá-los para as gerações futuras?” (ENRIQUEZ, 2010, p. 55).

Nesse sentido, cabe a geração presente tem o dever moral de compensar as gerações futuras, sobretudo, dos impactos que causaremos em *devir*, devido ao esgotamento dos recursos. Em outras palavras, existe um custo de uso, que remete a um custo de oportunidade em todas as nossas ações para com as gerações futuras, carecendo de compreender, principalmente, o que diz respeito ao cálculo das externalidades por sua vez são relacionadas no porvir.

Outro importante conceito, é o bem-estar, sobretudo quando se pensa na questão mineral. Este trabalho não tem como intenção analisar se a mineração é uma ‘maldição ou dádiva’, e sim identificar como este setor afeta o bem-estar da sociedade, principalmente, quando tange a questões de crimes corporativos. Os principais benefícios são: aumento das oportunidades de diversificação da economia, ampliação do valor do território, expansão dos benefícios tradicionais, tais como empregos diretos, apoio às atividades econômicas, oferta de água e de energia, de transporte, de outras infraestruturas, além de educação, saúde e outras oportunidades (ENRIQUEZ, 2007).

É importante destacar que se faz necessário pensar em benefícios no longo prazo, pois após a exaustão dos recursos, tendem a deixar os municípios e entorno apenas com os passivos

não contabilizados na formação de preços. Para que possa alcançar uma maior equidade dos anseios da sociedade, há uma necessidade de maior visibilidade, indo ao encontro do ecologismo dos pobres¹⁵. Portanto, estas preocupações não estão no escopo das empresas, e o Estado, em muitos casos, é totalmente conivente com a situação.

Diante do exposto, dentro dessa atividade econômica, o estudo de Coelho (2015, p.64) analisa o discurso de forma crítica, classificando em dez principais argumentos para o desenvolvimento pela mineração.

- 1) O desenvolvimento minerador é visto enquanto desenvolvimento legítimo de toda a sociedade, e não de apenas partes dela, isto é, um desenvolvimento de classe. O mero crescimento econômico é visto como crescimento da sociedade inteira.
- 2) A ênfase na criação de empregos. Na verdade, os empregos criados são relativamente pequenos quando comparados a outras atividades econômicas. A mineração, é intensiva em capital (constante) e não em trabalho (vivo), assim, os investimentos em mão de obra não acompanham os investimentos feitos em capital.
- 3) O enfoque dado ao aumento da arrecadação. A atenção dada a este fator desconsidera que os royalties da mineração, o CFEM, são relativamente pequenos frente aos impactos negativos que busca compensar, já que representa apenas 2% do lucro líquido das mineradoras no caso do minério de ferro.
- 4) A desconsideração de uma série de impactos sociais e econômicos que estão ligados à mineração. Isso acontece por meio de uma relação entre pontos positivos e negativos, num pensamento dicotômico (natureza-homem) que opõe supostos fatores e pende para o lado positivo devido à incompreensão dos impactos negativos da mineração.
- 5) A naturalização de uma suposta vocação de algumas regiões para a mineração, devido às extensas reservas de minerais em seu território. É algo como a afirmação de ser o destino - manifesto destas regiões ter a mineração como carro-chefe de sua economia.
- 6) Confundir a impossibilidade de a sociedade moderna, em geral prescindir da atividade mineradora com a impossibilidade de criarem-se alternativas econômicas nas regiões onde é feita a mineração. Dentro dessa lógica, o fato de ser impossível haver a sociedade moderna sem a utilização de minérios impossibilitaria também as regiões produtoras de buscarem alternativas econômicas e diversificarem sua estrutura produtiva (enclave econômico).
- 7) A crença num caráter técnico da mineração que mitigaria ou eliminaria seus impactos negativos, dando legitimidade à atividade. Essa crença é estimulada por técnicos especialistas em variadas áreas que, contratados pelas mineradoras, utilizam linguagem hermética em defesa dos projetos mineradores. Isso acontece principalmente em audiências públicas, EIAs/RIMAs e reuniões com as comunidades.
- 8) Desconsideração do potencial não atingido e desperdiçado pela atividade mineradora. A gigantesca riqueza produzida poderia gerar alguns benefícios, bastante limitados, é verdade. Para isso seria preciso a criação de um marco regulatório que incentivasse a diversificação produtiva e fosse pautado nas necessidades das populações, algo bastante distante do atual marco, e mais distante ainda do novo marco regulatório que se anuncia.
- 9) Uma imagem de responsabilidade social que, por meio de projetos sociais e de pequenas concessões feitas pelas mineradoras, passam a ideia de preocupação com os problemas ambientais e sociais, aumentando a percepção dos impactos positivos.

¹⁵Joan Martínez Alier é autor do livro “O Ecologismo dos pobres” apresentando uma contribuição importante para o ambiente natural ao incorporar a economia política e a economia ecológica em suas análises, se valendo do espaço banal, dando voz aos movimentos populares e as pessoas mais vulneráveis da sociedade. Suas principais contribuições estão relacionadas ao ecologismo popular e o comércio ecologicamente desigual, buscando por uma justiça ambiental.

10) Crença numa hipotética sustentabilidade do projeto minerador que reforça a desconsideração de uma série de impactos negativos causados pela mineração. A sustentabilidade é uma ideologia contemporânea que busca manter a acumulação em atividades econômicas extremamente danosas, sem grandes interferências no processo de produção (COELHO, 2015, p. 65).

Podemos observar que todas as questões levantadas pelo autor possuem impacto direto no bem-estar dos indivíduos. O desenvolvimento minerador não ocorre a contento, pois há uma ilusão na criação de empregos, o CFEM continua com uma alíquota pequena, as mineradoras são incapazes de mitigar ou eliminar todos os riscos, entre outros pontos, coloca em xeque o atual modelo mineral. Todavia, Enriquez (2007, p. 155), analisando o relatório do Banco Mundial (BM), apresenta as duas principais mensagens desse documento:

- 1) As indústrias extrativas podem contribuir para o desenvolvimento sustentável, se os projetos forem implementados de forma adequada, se salvaguardarem os direitos das pessoas afetadas e se fizerem o bom uso dos benefícios obtidos;
- 2) O grupo do BM que cuida das indústrias extrativas deve exercer um papel permanente de apoio a essas indústrias sempre e quando a sua participação contribua com a luta contra a pobreza e em prol do desenvolvimento sustentável. As recomendações feitas no documento *Striking a Better Balance*, considerado um novo paradigma das atitudes do BM em relação ao setor mineral, são as seguintes:
 - Governanças corporativas e públicas voltadas para os pobres;
 - Maior efetividade das políticas ambientais e sociais; e
 - Respeito aos direitos humanos.

Observamos que existe um compasso entre duas visões antagônicas de desenvolvimento, pois, ambas podem ser analisadas pelo crivo do bem-estar microeconômico. Entretanto, fica evidente que não há um foco para as futuras gerações e os problemas relacionados a economia de enclave.

Isto posto, surge a questão externalidade nas atividades mineiras, que são bem levantadas pelo trabalho do Coelho (2014), mas encontra-se velados no relatório do Banco Mundial. De acordo com Enriquez (2007, p. 131), uma das escolas do pensamento econômico (setorialistas) percebe que “[...] mesmo a mais passiva recomendação neoclássica para corrigir externalidades e imperfeições de mercado das economias mineiras” visa minimizar rendas dessa atividade para “[...] no mínimo, garantir o nível do consumo presente”. Desse modo, a CEPAL introduziu o termo *competitividade autêntica* que visa analisar o desenvolvimento sustentável para exploração de recursos naturais, visando ainda mitigar as externalidades. Portanto, para Saes (2017, p. 88) “a competitividade autêntica dependeria do uso racional dos fatores produtivos e não poderia estar baseada em externalidades que afetassem a integridade do patrimônio natural [...]”.

Por meio do uso de três elementos: escala ótima, bem-estar e externalidade, temos uma ferramenta que nos auxilia a compreensão de um dos fundamentos centrais da economia ecológica. O *mundo vazio* e o *mundo cheio* possuem implicações microeconômicas que afetam as macroeconômicas. Desconsiderando o *mundo vazio*, que ficou no passado, no *mundo cheio* a escala ótima está diretamente associada à sua *capacidade de suporte*. Não se pode pensar nesta escala apenas em termos econômicos, pois conforme foi tratado, há um limite para o crescimento. Na mineração, essa é uma questão ainda mais urgente, pois, como são recursos não renováveis (ou parcialmente renováveis), e dado ao impacto ambiental e social, deve ser bem calculado para que os ganhos possam ser ampliados por várias gerações.

O bem-estar é dado como a saída do modelo de *mundo vazio* e *mundo cheio*, visto que os serviços econômicos e os *serviços e funções ecossistêmicos* se convergem oferecendo aos indivíduos mais ou menos satisfação. A atividade mineral é controversa, pois, ao mesmo tempo em que aumenta alguns indicadores como IDH-M, as desigualdades se elevam, como apontados no Índice de GINI (MOTA; BARCELOS, 2018).

Há de ressaltar que muitas populações são atingidas por seus eventos (externalidades negativas), apesar de haver externalidades positivas, principalmente para o setor mobiliário. No caso do crime corporativo da Samarco S.A. e Vale S.A., ambos atingiram pessoas que não possuem nenhuma relação com estes empreendimentos, o que gera externalidades negativas.

2.3. AS CONTRIBUIÇÕES DA TERMODINÂMICA AO PENSAMENTO ECONÔMICO

A termodinâmica clássica ou termodinâmica de equilíbrio, conforme Pádua, et al. (2008, p. 58), é “[...] uma das poucas áreas bem consolidadas da física, sintetizada por uma estrutura de conhecimento bem definida e autoconsciente”. Sua essência está em uma estrutura teórica que compreende conjuntos e leis naturais que governam os sistemas físicos. Para estes autores as observações seguem duas alternativas:

[...]aproximação histórica, que faz um estreito paralelo entre a evolução cronológica dos conceitos corretos e dos falsos juízos e, a aproximação postulatória, na qual são formulados postulados que não são demonstrados *a priori*, mas que podem ter suas veracidades confirmadas *a posteriori*. Há méritos e desvantagens em cada uma dessas aproximações (PADUA, et al., 2008, p. 58)

A capacidade de transformar o seu meio ambiente, conforme suas necessidades diferem o *homo sapiens* dos demais animais. Além disso, a espécie humana compreende os fenômenos

naturais por meio de várias ciências, em um contínuo e gradual processo de aprendizagem. Por intermédio deste processo, a espécie humana passa a utilizar do conhecimento para transformar seu ambiente em energia, de modo a satisfazer suas necessidades básicas. No *mundo vazio*, poucas fontes energéticas eram suficientes, sendo que em boa parte da história, o fogo foi o seu grande aliado, no entanto, no *mundo cheio*, a necessidade por cada vez mais energia evoluiu, ao ponto de gerar escassez. Conforme Condie (2005), o estudo da transformação de energia, é chamado de termodinâmica, sendo esse estudo uma ciência hierárquica – os conceitos mais avançados nesse caso presumem o conhecimento dos conceitos mais básicos. Portanto, a relação entre fontes de calor e outras formas de energia, exige o entendimento de alguns conceitos básicos e fundamentais para estruturação dos princípios termodinâmicos, que são: temperatura, calor, energia, trabalho e entropia.

Halliday e Resnick (2012, p. 184), têm como ponto de partida o conceito de temperatura, estando entre uma das sete grandezas fundamentais do sistema internacional de unidades (SI), além disso, os autores apresentam: o comprimento, a massa, o tempo, a intensidade de corrente elétrica, a quantidade de matéria e por fim, a intensidade luminosa. Para os físicos, a escala ideal é a Kelvin (K), principalmente para medir a temperatura, assim, surge a lei zero da termodinâmica. Por outro lado, Pádua, et al. (2008), afirma a importância da temperatura para a primeira e segunda lei da termodinâmica. Todavia, a lei zero surgiu apenas na década de 1930 e está baseada no equilíbrio térmico. Isso é devido à temperatura ser a principal grandeza da termodinâmica: “[...] esta lei, naturalmente deveria preceder as duas leis já existentes”, sendo ela chamada originalmente por Fowler e Guggenheim, de lei zero da termodinâmica (PÁDUA, 2008, p. 74).

Dessa maneira, Pádua, et al. (2008 p. 74), reforça que os “[...] dois sistemas termodinâmicos estão em equilíbrio térmico com um terceiro sistema, estão em equilíbrio entre si”. Em outros termos, continuam, a lei zero diz que todo corpo tem uma propriedade chamada de temperatura, assim, afirmar que dois corpos, quando encontram-se em equilíbrio térmico, significa também dizer que as suas temperaturas são iguais. Desse modo, os termos pertinentes a lei zero são o equilíbrio e o equilíbrio térmico.

Contudo, para Pádua, et al. (2008, p. 74), no sentido macroscópico, o equilíbrio consiste em um sistema termodinâmico em que as suas variáveis macroscópicas de estado são constantes no tempo e uniformes por meio de todo o sistema. Já o equilíbrio térmico, correspondente são dois sistemas termodinâmicos, vejamos: “[...] quando postos em contato por meio de uma

parede diatérmica, suas variáveis de estado não se alteram. Dois sistemas em equilíbrio térmico têm a mesma temperatura” (PÁDUA, et al., 2008, p. 74).

Essas variações de temperatura a séculos vêm sendo utilizadas pelo homem na conversão de calor e energia para gerar o trabalho. Pádua, et al. (2008, p. 67), salienta que no século XVII “[...] haviam duas hipóteses acerca da natureza do calor”. A primeira, conhecida como teoria do calórico, afirmava que o calor era uma substância, sendo Galileu um dos adeptos a ela. Ou seja, “[...] o calor era considerado um fluido sutil que preenchia o interior dos corpos” (PADUA, et al., 2008, p. 68).

Já a segunda hipótese, aceita apenas no século XIX, é conhecida como teoria mecânica do calor, ela foi proposta inicialmente por Bacon, em 1620 e foi reforçada por Hooke (1665), Newton (1704) e Bernoulli (1738). Esta teoria considera que “[...] o calor é uma ‘vibração’ dos átomos que compunham a matéria” (PADUA, et al., 2008, p. 68).

É por meio do calor que se gera energia. A energia está ligada a capacidade de produção de movimento, ou da ação que por sua vez pode ser manifesta de várias formas. Considerando o princípio de Lavoisier¹⁶, a energia não pode surgir do nada e nem pode ser destruída, sendo que a única possibilidade deste fenômeno se dá é por meio da transformação. Dessa forma, consideramos que existem várias formas de energia, como a cinética, a potencial, a térmica, a química, a solar, a eólica e por fim, a nuclear, que dado ao escopo do presente trabalho, não serão abordadas. Além disso, observamos que a energia tende a se transformar em trabalho. A física é a relação entre força e deslocamento, e se não há deslocamento, não há trabalho. O trabalho pode ser compreendido pelo senso comum, como produto da força pela distância. Assim, em termos físicos, sendo suficiente para este trabalho, pois, quando se pensa na relação com a economia, ela terá outra conotação (CASTRO; FERRACIOLO, 2012).

A energia pode assumir um número grande de formas diferentes. Do ponto de vista prático, energia é a capacidade de realizar trabalho, mas do ponto de vista científico, energia é uma ideia abstrata. Acredita-se que a energia não pode ser criada nem destruída, mas simplesmente mudar de uma forma para outra. Este é um princípio básico da física, sendo até então exato. Esse princípio estabelece assim uma grandeza abstrata, chamada de energia, cujo valor numérico permanece constante nas várias mudanças que ocorrem na natureza.

Percebemos que a termodinâmica é a ciência que analisa as transformações de energia por meio das leis naturais. Abordado os principais conceitos e a lei zero, avançamos nesse

¹⁶O princípio de Lavoisier, ou lei de Lavoisier, deriva do trabalho do químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), correspondendo à lei de conservação das massas, derivando a celebre frase “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

momento para a primeira e para a segunda lei da termodinâmica, conceitos que são muito úteis para a economia ecológica. Assim, para Castro e Ferracioli (2012), a primeira lei visa estabelecer a conservação de energia em qualquer processo da natureza, tendo como base a compreensão do calor e do trabalho. Já a segunda lei determina a assimetria fundamental da natureza.

Daly e Farley (2016) fazem um cronograma histórico acerca da termodinâmica. Com o advento da revolução industrial os cientistas ficaram intrigados com a possibilidade de uma máquina de movimento perpétuo, sendo alimentada pelo próprio calor. Com o passar do tempo houve a contribuição de vários cientistas, como Robert Mayer e Herman Helmholtz que demonstraram que a energia não pode ser criada ou destruída. James Joule realizando experimentos acabou demonstrando que “[...] a energia e o trabalho são equivalentes. Rudolf Clausius acabou reconhecendo que haviam dois princípios relacionados operando, que vieram a ser conhecidas como primeira e segunda leis da termodinâmica” (DALY; FARLEY, 2016, p. 110).

Dessa forma, Daly e Farley (2016, p. 110) reforçam que “[...] todos os tipos de energia são transformados gradualmente em calor, e o calor, no fim do processo, torna-se tão dissipado que a humanidade já não pode mais usá-lo”. Desta maneira, a primeira lei se refere a quantidade e a segunda, a qualidade. Vale ressaltar que nos conceitos abordados acima, a questão entropia não foi trabalhada, sendo parte fundamental do trabalho e estará presente a partir de agora de forma mais profunda.

A *entropia* está ligada diretamente as ideias de ordem e desordem, dado a um conjunto de probabilidades de ocorrência. É assim que a entropia de um sistema está relacionada a sua capacidade de produzir trabalho. A questão que Castro e Ferraciolo (2012, p. 3) apresentam sobre a entropia é “[...] porque nunca observamos o processo inverso espontâneo em alguns fenômenos?”. Estes autores consideram que o processo no sentido contrário de alguns fenômenos resultaria em “[...] uma ordenação no movimento aleatório das moléculas”, originando assim em “[...] conversão de energia interna em trabalho” (CASTRO; FERRACIOLO, 2012, p. 3).

Diante deste contexto, tanto a economia ambiental quanto a economia ecológica fazem uso dos princípios da física para as suas análises, nas quais, conforme Moraes (2009), quando se aplica os conceitos das leis termodinâmicas, fica claro que todos os recursos extraídos do meio ambiente retornarão como resíduos, conforme exposto nos modelos de *mundo vazio* e

mundo cheio. O crescimento não ocorre no vazio, podendo ser econômico ou antieconômico (CECHIN; VEIGA, 2010).

Veiga e Zatz (2008) destacaram que a lei da entropia é inexorável para o sistema econômico, pois consideram que as sociedades humanas “[...] transformam obrigatoriamente energia utilizável em energia não-utilizável, seja qual for o tipo de energia”. Cechin e Veiga (2010, p. 42) reforçam que pela termodinâmica, ao se produzir bens finais, a quantidade de matéria e energia incorporadas nesta produção é menor que aquela contida no início do processo. Isso significa que parte da energia e matéria de baixa entropia se transforma em resíduos sem valor econômico. Logo, não é possível uma eficiência total, como Carnot procurava com a sua física econômica.

Entretanto, Cechin e Veiga (2010, p. 42) afirmam que não se pode negar “[...] os avanços na tecnologia de produção significam menos desperdício, com maior proporção de material e energia de baixa entropia incorporada aos bens finais”.

Martínez-Alier (2007), destacou que a formulação fundamental da ecologia se refere a energia e materiais, estando presentes na física e biologia. Dessa forma, para este autor, o saber científico da ecologia está relacionado com diversas ciências, sendo importante o conceito da entropia advindo da termodinâmica. Este conceito é reforçado por Montibeller (1999, p. 87), afirmando que a “[...] entropia é a medida da quantidade de desordem de um sistema”.

Altvater (1995, p. 45) explica que as transformações entre matéria e energia possuem dois estados principais. O primeiro, de baixa entropia – ou sintropia –, tem como característica os estados de elevada ordem e concentração. Já para aqueles estados de alta entropia, características de desordem e dissipação. É importante ressaltar que para Enriquez (2007, p. 69), Altvater rejeita a possibilidade do desenvolvimento sustentável, estando para ele mais focado na “[...] eficácia ecológica com justiça distributiva e eficiência econômica com base na alta produtividade do trabalho”.

Para Georgescu-Roegen (1980, p. 51), a matéria-energia está dentro dos processos econômicos no estado de baixa entropia, no qual, ao final do ciclo, são convertidos em estados de alta entropia. Trata-se assim, conforme Cavalcanti (2017, p. 63), de um fluxo unidirecional “[...] que começa com recursos e termina como lixo”, sendo batizado em fluxo entrópico (Georgescu-Roegen), *throughput* (Kenneth Boulding), ou transumo (Osório Viana).

Surge assim o metabolismo social da natureza, que pode ser observado na Figura 2.9. A energia solar de baixa entropia nutre a natureza (ecossistemas), que nos oferecem recursos. Estes recursos vêm da junção das matérias e energia de baixa entropia, que são utilizadas pela

sociedade, girando assim a economia, tanto nas épocas de *mundo vazio* como no atual *mundo cheio*. Após esse processo, estes recursos se transformam em bens e serviços e ao final do ciclo de vida, são transformados em resíduos/rejeitos (alta entropia), tendo como saída em termos planetários de uma energia térmica dissipada (alta entropia).

Figura 2.9 - Representação do metabolismo social da Natureza.

Fonte: Cavalcanti (2017, p. 64).

Observamos assim que o crescimento é uma variável de suma importância para a nossa compreensão, pois está relacionada diretamente com a eficiência ecológica. Com base nesse pensamento “[...] os economistas ecológicos sempre perguntam se o crescimento extra compensa o sacrifício adicional que isto implica” (DALY; FARLEY, 2016, p. 47).

Isto posto, devemos entender que a “lei da entropia diz que a energia e a matéria no universo se movem inexoravelmente para um estado menos ordenado (menos útil). Um fluxo entrópico é, simplesmente, um fluxo no qual a matéria e a energia se tornam menos úteis” (DALY; FARLEY, 2016, p. 65).

Conforme observamos na Figura 2.9, a energia não pode ser criada ou destruída, sendo que o seu montante é sempre constante, na perspectiva temporal humana dentro do nosso espaço geográfico. Essa é a afirmação da Primeira Lei da Termodinâmica, na qual Condie (2005) percebe que mesmo se o total de energia no universo for constante, as transformações de energia na vida que estamos discutindo, certamente poderão afetar a proporção relativa de energia disponível nas formas que estes organismos vivos irão considerar úteis. Esta situação surge não

dos defeitos inerentes nas biomoléculas envolvidas nas transformações de energia, mas da natureza e do universo em si.

Cechin e Veiga (2010, p. 36) corroboram que lei da conservação da energia, ou primeira lei da termodinâmica, é sustentada dentro de um sistema isolado (universo) e que “[...] não há troca de matéria nem energia com o meio”, sendo esta quantidade sempre constante. Estes autores reforçam que, “[...] não há criação ou destruição de energia, mas apenas transformação de uma forma em outra”, e que “[...] nenhuma outra lei da física distingue o passado do futuro” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 36).

Thomas (2012), inclui a natureza ao modelo clássico do fluxo circular, fazendo o paralelo entre as famílias, empresas, mercados produtivos, mercado de fatores. Dentro da óptica da primeira lei termodinâmica no balanço de matérias, isto significa que, no longo prazo, de acordo com Thomas (2012, p. 16) “[...] o fluxo de materiais e de energia extraídos da natureza, em forma de consumo e produção, pode ser igual ao fluxo de resíduos gerados que vão destas atividades de volta para o ecossistema”, ou seja, nada é perdido dentro deste processo. Esses resíduos podem assumir diversas formas: monóxido de carbono, lixo urbano, lixo industrial, poluição dos lagos e rios, entre outras.

Para Cavalcanti (2010), o sistema econômico e a leis da termodinâmica são indicativos que o sistema econômico tem um aparelho digestivo, além do circulatório, imaginado pela economia tradicional. Assim, devemos compreender que toda transformação implicada pelo homem a natureza gera resíduos e degradam a natureza (a depender da escala), por sua vez, tem uma resiliência incompatível com os meios econômicos, sendo assim um sistema fechado.

Um sistema está em qualquer tempo num certo estado termodinâmico ou em condição de existência (em que os tipos de moléculas estão presentes numa quantidade, temperatura, pressão, etc.). Um sistema é dito fechado se este puder trocar calor com os arredores. Isto é, o limite de um sistema fechado é impermeável para a matéria. Outro exemplo de um sistema fechado, é a própria Terra. Nosso planeta, continuamente recebe energia radiante do sol e desprende calor, mas, porque a Terra não é nem muito pesada, nem muito leve, a troca do planeta praticamente não tem importância para os arredores (CONDIE, 2005).

A Segunda Lei da Termodinâmica corresponde à capacidade limitada da natureza em converter matéria e energia, em outras palavras, conforme ocorre a conversão de energia, parte dela torna se inutilizável. Destarte, caso a energia ainda exista, ela não estaria disponível para outros processos humanos, o que torna a economia um subsistema de um sistema finito – a Terra. Cechin e Pacini (2012, p. 124), ressaltam a armadilha métrica monetária, na qual tanto a

redução dos impactos ecológicos, quanto dos setores econômicos (valores monetários) faz com que se esqueça, por exemplo, de que energia é “[...] um dos fatores mais críticos na história da humanidade”. Estes autores ainda ressaltam que “os limites biofísicos da renovação dos recursos naturais e da assimilação dos resíduos sejam mascarados por não afetarem o PIB de maneira significativa” (CECHIN; PACINI, 2012, p. 124).

Há uma vasta literatura a respeito das falhas métricas entre a contabilidade social e o meio ambiente, não entrando no escopo do presente trabalho.

Assim, a segunda lei da termodinâmica, nada mais é que a lei da entropia. Daly e Farley (2016) analisam a questão da reciclagem, na qual é possível, mas nunca a 100%. Destarte, para estes autores, a energia não é sempre reciclável. Não é fisicamente impossível, todavia há sempre um desperdício econômico. Cechin e Veiga (2010, p. 42) complementam afirmando que dentro da segunda lei da termodinâmica “[...]nem toda energia pode ser transformada em trabalho, pois uma parte sempre se dissipa em calor. E energia dissipada não pode mais ser utilizada”. Portanto, considerando o fluxo circular da renda, os economistas convencionais esqueceram o fluxo metabólico real que envolve estas variáveis indissociáveis à compreensão dialética entre natureza e a sociedade.

Georgescu-Roegen (2012, p. 83), apresenta uma observação singular com relação a segunda lei da termodinâmica, pois é “[...] a única lei física que reconhece que o próprio universo material está sujeito a uma mudança qualitativa irreversível, a um processo evolutivo”. Desta forma, Rudolf Clausius cunha este termo a partir de dois componentes gregos, sendo o prefixo *thermo* (calor) e *dýnamis* (força), adotando um sentido de transformação e evolução. Quando se pensa em economia, percebemos que ela é, provavelmente, a lei mais relevante e coerente; pois, sabemos que as leis mecânicas não explicam de forma satisfatória o metabolismo ecológico que a economia causa, sobretudo, para com os ecossistemas.

Observamos que a física não vem sendo utilizada pelos economistas convencionais. A sua métrica é a do crescimento eterno e ela não se justifica. Nesse sentido, a economia ecológica vem travando crítica aos economistas convencionais, principalmente a respeito destes assuntos, afinal, em termos políticos, existe uma capacidade para o suporte que necessitam de limitadores de escala. Dado ao fenômeno da escassez, a energia assim como os recursos naturais possuem custos ocultos, que não são revertidos aos preços. É importante notar que conforme Loyola (1997), as formas como as leis da termodinâmica são tratadas pela economia ambiental e economia ecológica terá proposições diferentes como medidas políticas, principalmente quando se pensa em solucionar os problemas relacionados ao meio ambiente.

Brandão (2004) considera que entre as relações da economia e termodinâmica clássica ocorre desde o seu nascimento, pois o problema com o qual Carnot se debruçava estava ligado a natureza econômica. Seu trabalho buscava determinar as melhores condições sob a forma do trabalho mecânico. Logo, afirma o autor, “[...] a termodinâmica seria, então, a física do valor econômico, que utiliza um enfoque holístico e reconhece a noção dos limites físicos” (BRANDÃO, 2004, p. 6).

Para sintetizar o que foi exposto até o momento, considerando as leis da termodinâmica, tendo como base as interpretações de Haddad (2016), vejamos:

1º lei da termodinâmica – (conservação de matéria e energia) a retirada ou a reposição de matéria ou energia no ecossistema deve desestruturar o funcionamento desse sistema, independentemente do uso que se faça da extração desse processo; independentemente da degradação qualitativa da matéria ou da energia realocada; e

2º lei da termodinâmica – (lei da entropia) garante que a matéria e a energia extraídas de modo qualitativo, diferente da matéria e da energia que são reinseridas; matérias de baixa entropia, nesse caso, são retiradas e os resíduos de alta entropia são retornados.

Daly e Farley (2016, p. 66) abordam sobre a utilização de um erro batizado pelo filósofo e matemático Alfred North Whitehead (1861-1947), conhecido como a *falácia da concretude deslocada*. Este tipo de erro se baseia em modelos que são construídos a partir da abstração. Assim, a economia é considerada isolada do meio ambiente, em que “[...] não pode trazer qualquer luz sobre a relação da economia com o meio ambiente”. Assim:

[...] querendo designar o erro de confundir o mapa com o território, o erro de tratar um modelo abstrato, construído com o propósito de compreender um aspecto da realidade como se fosse adequado para compreender tudo, ou coisas totalmente diferentes, coisas que se tornaram abstratas com a realização do modelo. Whitehead não era inimigo do pensamento abstrato. Ele dizia que não podemos pensar sem abstração. O poder do pensamento abstrato tem um custo. A falácia da concretude deslocada é esquecermos destes custos (DALY; FARLEY, 2016, p. 66).

Este tipo de erro, conforme Daly e Farley (2016), não se limitam apenas aos economistas tradicionais, afinal, outros grandes como Marx e Malthus já o cometeram. Em sua teoria, reforçam os autores, Marx defende que o trabalho era a fonte de todo valor, com isso, ele nega o papel importante no funcionamento da natureza e na criação de valor. Já para Malthus, em seus argumentos a respeito do excesso populacional, quando derivada da capacidade dos

recursos naturais, foi “[...] igualmente uma causa independente da pobreza, e que a revolução social não poderia eliminar a pobreza” (DALY; FARLEY, 2016, p. 70)¹⁷.

Brandão (2004), utilizando o trabalho de Irving Fisher, tenta estabelecer os limites das relações existentes entre a física e a economia, conforme a Tabela 2.8. Samuelson faz um elogio ao trabalho de Fisher, a partir do conceito desenvolvido por Maxwell e com isso considera a melhor tese de doutorado que já se fez nos estudos relacionados à ciência econômica.

Tabela 2.8 - Resumo das diferenças percebidas entre a física e economia.

Física	Economia
Partícula	Indivíduo
Espaço	Bens
Força	Utilidade ou Desutilidade marginal
Trabalho	Desutilidade
Energia	Utilidade
Trabalho da energia = Força por espaço	Utilidade = utilidade marginal por bens e serviços
Força é um vetor	Equilíbrio marginal é um vetor
Equilíbrio de energia neta é máximo as forças sobre os eixos é igual a zero	Equilíbrio se produz quando o benefício marginal é igual a zero
Energia cinética	Total de gasto
Movimento	Unidade incremental dos bens
Conservação de energia	Conservação de utilidade mais renda

Fonte: Brandão (2004, p. 6).

Até o momento analisamos a primeira e a segunda lei da termodinâmica e a lei zero assim, consideramos importante destacar outras duas teorias. Nesse caso, a terceira e a quarta lei da termodinâmica. Conforme Daly e Farley (2016, p. 111) “[...] a entropia de qualquer elemento puro, perfeitamente cristalino ou composto de zero absoluto (0 K) é igual a zero”, sendo que este princípio não é relevante para uma análise econômica. Os autores destacam que quanto a quarta lei termodinâmica proposta por Georgescu-Roegen, se baseia em responder a seguinte questão: importa como a energia obedecem às leis da termodinâmica? A equação de Einstein, $E = mc^2$, estabelece que “[...] a equivalência entre a matéria e a energia e, portanto, o

¹⁷ Daly e Farley (2016) reforçam que devido a ameaça das ideias de Malthus às de Marx, este optou por tratá-lo com desprezo e vituperação, sendo curioso notar que os debates políticos entre os neomarxistas e neomalthusianos continuando até os dias de hoje.

fato de que a primeira lei se aplica à matéria bem como à energia” (DALY; FARLEY, 2016, p. 111).

Essa é também uma das bases de sustentação da lei da entropia e nesse sentido, Georgescu-Roegen argumenta que a lei da entropia deve ser aplicada à matéria, propondo que este princípio fosse reconhecido como a quarta lei da termodinâmica (DALY; FARLEY, 2016). Todavia, conforme Martínez-Alier (2015), Georgescu-Roegen buscou glorificar, sem êxito, a quarta lei da termodinâmica.

Desse modo, é importante salientar a respeito das leis que ditam a física e a economia, mesmo sabendo que não são verdades absolutas, visto que essas áreas apresentam mudanças significativas ao longo da história. Essas leis são planos e teorias que são bem-sucedidos em uma determinada área, mas, infelizmente, não apresentam bons resultados em outras. Portanto, o ceticismo em todos os momentos na construção das políticas públicas. Assim, buscando compreender a *capacidade de suporte* ecossistêmico, principalmente, dentro do subsistema econômico que considere as leis termodinâmicas e as questões ecológicas. Contudo, sabemos que a busca pela eficiência ecológica deve, sobretudo, ser almejada a fim da elevação do bem-estar da sociedade, isso, sem quaisquer prejuízos para o ambiente natural e as gerações futuras (*devir*).

2.4. O METABOLISMO ECONÔMICO-SOCIAL-ECOLÓGICO: BASES, CONCEITOS E NOÇÕES

O desenvolvimento é uma métrica que há muito tempo a humanidade almeja, visto que o futuro, conforme os conhecimentos vêm avançando, deve se apresentar como algo que vale a pena buscar, demonstrando uma responsabilidade intergeracional, pois caso contrário, constituirá de um progresso baseado na decadência. Hoje, não é diferente, afinal, o *devir* social é o imaginário de nossos tempos, sejam sombrios ou não. O *devir* nos mostra a importância de pensar e agir sobre os *sistemas de ações*, modificando e transformando a realidade na construção sobre os *sistemas de objetos*. A humanidade sempre caminhou por vias estranhas, mas pela força do agir da *ordem do simbólico*, enquanto *espaço banal*, foi capaz de criar diversas modificações dentro da *totalidade espacial*.

A economia ecológica, a geografia humana, e tantas inúmeras áreas do conhecimento atuam, em muitos momentos, pela perspectiva de atuação do virão-a-ser, buscando soluções para uma ação sinérgica entre a sociedade e o ambiente natural. Por esse motivo atuam de forma

a abalar os modelos hegemônicos, e que nesse momento histórico, muitos dos esforços estão concentrados na compreensão do metabolismo econômico, social e ecológico. Assim sendo, procuramos discutir a respeito de algumas bases, conceitos e noções, vejamos: sistemas isolados, abertos e fechados; fluxo circular da renda; sustentabilidade, crescimento e desenvolvimento; *throughput* (fluxo entrópico) e o *metabolismo econômico-ecológico*; *recursos de fluxo de estoques*; e por fim, sobre os *recursos de fundo de serviços*.

A base da Teoria Geral dos Sistemas advém das contribuições do biólogo húngaro Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), compreendendo o sistema como um conjunto de partes ou elementos que por sua vez, forma um todo comum. Quando refletimos sobre o metabolismo econômico-social-ecológico devemos pensar pela abertura dos sistemas complexos, sistemas esses, que demandam abordagens complexas e interdisciplinares. Assim, entendemos que esse é o caminho fundamental da economia ecológica, principalmente por ter seus pilares nas bases da biologia e física.

No começo da economia ecológica havia um debate entre três abordagens. A primeira (não) ia além da mera descrição da economia humana em termos ecológicos (fluxos de energia e materiais, evolução tecnológica por analogia à evolução biológica) e a busca por um parâmetro comum físico (tal como medido em termos energéticos). A segunda seguia a estratégia de pôr uma etiqueta de preço em tudo, usando preços de mercados fictícios quando faltavam preços de mercado reais. Enquanto essas duas abordagens são reducionistas, a terceira é transdisciplinar (MARTÍNEZ-ALIER, 2015, p. 1).

Quando pensamos nos princípios da física, principalmente, os relacionados à termodinâmica, deve-se pensar nos tipos de sistemas compreendidos pela sociedade. Dessa maneira, os sistemas abertos, são aqueles que trocam matéria (e energia) com o exterior, ou seja, absorve e exclui matéria e energia. Já os sistemas fechados, apesar da possibilidade para troca energia, eles não trocam matéria com o exterior. Dentro de um sistema fechado ocorre apenas a importação e a exportação de energia, sendo que a matéria circula dentro do sistema, mas não flui através dele, desse modo, o planeta Terra se aproxima de um sistema fechado; e por fim, os sistemas isolados, são aqueles que nem a matéria e nem a energia entra e saem, neste sistema, provavelmente o único exemplo que se possa utilizar, é o próprio universo. O interior do sistema isolado, ou termodinamicamente isolado, encontra-se livre de qualquer ação exógena, além disso, ele não troca trabalho, calor ou até mesmo matéria com o exterior (DALY; FARLEY, 2016, p. 50).

Já os sistemas abertos e fechados, por sua vez, são pontos chave para a compreensão das bases da economia ecológica. Resgatando a proposta clássica do fluxo circular da renda

(Figura 2.10), observamos que não há troca com o exterior (ambiente natural), apresentando características de sistema fechado. Mesmo dentro do fluxo circular aberto (Figura 2.11), em que se adiciona o governo e o restante do mundo, o sistema econômico continua apresentando as mesmas características de sistema fechados. Percebemos que há uma falácia da concretude deslocada, dado que há troca de matéria com o exterior, devido, principalmente aos princípios termodinâmicos (lei da entropia) que são desconsiderados nos modelos macroeconômicos clássicos.

Figura 2.10 - Fluxo circular: economia fechada e sem governo.

Fonte: Adaptado, Thomas; Callan (2012).

Figura 2.11 - Fluxo circular: economia aberta e com o governo.

Fonte: Adaptado, Thomas; Callan (2012).

Os erros apresentados nos fluxos acima se dão pela desconsideração absoluta da natureza nas relações econômicas. Esse pensamento é o que justificaria um crescimento econômico infinito, uma busca por um progresso errôneo, pois, esses fluxos desconsideram totalmente que o planeta Terra é um sistema fechado e o seu crescimento não ocorre no vazio. Para, além disso, Cechin e Veiga (2010, p. 60), consideram como fundamento central da economia ecológica, a possibilidade de o crescimento ser antieconômico. Dessa forma, afirmam os autores, “tal alicerce epistemológico apresenta uma visão inteiramente falsa de qualquer economia, considerando-a um sistema isolado, no qual nada entra e do qual nada sai, e fora do qual não há nada” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 60). Os modelos neoclássicos esquecem fatores e fundamentos que estão na origem da palavra economia, pois o gerenciamento da casa é por uma escala planetária.

Montibeller (1999, p. 44), analisando a teoria schumpeteriana verifica que o fluxo circular está relacionado, principalmente, a taxa de lucro como uma igualdade à taxa de juros, nesse caso, ainda apresentando uma evolução linear para o seu equilíbrio. É importante destacar ainda que em sistemas complexos, a linearidade é ilusória, nesse sistema é possível adicionar questões biológicas e físicas, apresentando problemas não lineares. Para Montibeller (1999, p 44), “[...] o fluxo circular e o crescimento econômico são as formas como a teoria neoclássica percebe a evolução do capitalismo”.

Desse modo, pela luz da economia ecológica, percebemos que dentro do atual sistema capitalista, torna-se inviável pensar na concepção que diz sobre a economia ser um sistema aberto e o planeta um sistema fechado, afinal, o ambiente natural é indissociável da sociedade moderna. Assim, conforme o autor, “[...] o limite ecológico refere-se ao bloqueio final ao desenvolvimento econômico na medida em que se esgotam reservas capazes de serem exploradas monopolisticamente” (MONTIBELLER, 1999, p. 44).

Destarte, o fluxo circular permite apenas o crescimento, mas não o desenvolvimento econômico. O crescimento, segundo Sachs (2006, p. 97), não é suficiente para o desenvolvimento, visto que “[...] o crescimento pode coexistir com a desigualdade social, reproduzindo um processo histórico conhecido”, do qual pode se tornar ilusório a ideia de implementação estratégica em duas etapas, pois haveria primeiramente o crescimento, para depois a igualdade (SACHS, 2006, p. 97).

Com os princípios da termodinâmica aplicados à economia é possível compreender além do balanço de materiais, a sua capacidade de assimilação ou a resiliência e o fluxo de resíduos (Figura 2.12). De acordo com Thomas e Callan (2012, p. 16), em se tratando de resíduos, é possível atrasar, mas não dá para evitar o seu retorno para o meio ambiente por meio da recuperação, reciclagem e reutilização. Além disso, devemos observar que neste modelo, há fluxos mais internos, indo dos dois fluxos de saída de resíduos de volta para o mercado de fatores.

Figura 2.12 - Fluxo circular: economia fechada, sem governo e com a natureza.

Adicionado ao fluxo circular, as questões referentes à natureza, temos dois distintos processos, o primeiro, sendo os ciclos ecológicos e o segundo, sendo os sistemas de produção. Sachs (2006) apresenta os ciclos ecológicos como o verdadeiro modelo para o sistema econômico. Desse modo, o sistema de produção, com o crescimento econômico, surge com grande desperdício de natureza e “[...] sempre se deu em detrimento da conservação da natureza” (VEIGA; ZATZ, 2008, p. 42). Contudo, percebemos que há duas correntes de pensamento, economia ecológica e economia ambiental, que consideram estas variáveis, mas que, no entanto, divergem em suas conclusões.

Tendo por base os pressupostos na entropia e das leis termodinâmicas, os pessimistas encontram-se no bojo da economia ecológica, para este grupo, a extinção é inevitável e com isso pode ser prevista tanto pelas leis da termodinâmica, quanto pela evolução darwiniana, tornando a palavra sustentável sem sentido (VEIGA; ZATZ, 2008).

A questão chave é a *capacidade de suporte*, principalmente aquela que visa o equilíbrio entre as entradas (*inputs*) e suas saídas (*outputs*). Desse modo, Montibeller (1999, p. 94), dentro do geossistemas (ecologia humana), considerando estas variáveis, defendendo que “o conceito da capacidade de suporte encontra um correspondente atualizado, na noção de desenvolvimento sustentável”, o que torna o desenvolvimento sustentável tal qual um mito da modernidade. Dessa maneira, para Montibeller (1999, p. 94), “[...] o conceito de desenvolvimento sustentável na economia capitalista é um vazio de conteúdo e o objetivo manifesto não passa de ideologia”, pois, o conceito de desenvolvimento sustentável se pauta em um sistema de produção, reprodução. Além disso, possui uma constante elevação das desigualdades sociais, espaciais e ambientais, que são por sua vez são reproduzidas em uma escala global.

Veiga e Zatz (2008) fazem um bom resumo, apresentando o caminho dos otimistas e dos pessimistas, no qual, os otimistas, afirmam que é perfeitamente possível conciliar conservação ambiental e crescimento econômico, mesmo quando ligado a proposta de desenvolvimento sustentável. Para os otimistas o crescimento econômico, quando aliado ao desenvolvimento sustentável cria a possibilidade para melhorar a qualidade ambiental, dado, principalmente, a certo nível de riqueza. Dessa maneira, percebemos que a hipótese central consiste de no início as sociedades destruírem, para somente depois, se reconstruírem. A curva

de Kuznets ambiental¹⁸ é um clássico desse modelo, pois a questão tecnológica está no cerne deste pensamento e com inovação, seria possível substituir variados recursos naturais.

Desse modo, é necessário a compreensão da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, pois existem diferentes conceitos que podem ser tanto básicos quando amplos, sobretudo, quando se fala de sustentabilidade. Assim, temos uma visão relacionada ao relatório de Brundtland (1991) considerando a necessidade de uma busca pela eficácia econômica, social e ambiental, sendo necessário um escopo que atenda às necessidades e anseios da população atual (compromisso sincrônico), sem desconsiderar as futuras gerações. Por isso, observamos o conceito inicial que apresenta uma carência, sobretudo, quanto às necessidades e aos seus anseios. Dessa maneira, torna-se impossível na perspectiva de várias populações e comunidades, compreender o que vem a ser melhor, dado a questões espaciais, territoriais e temporais¹⁹.

Veiga e Zatz (2008, p. 49), considera que Georgescu-Roegen é o precursor dos pessimistas, pois, em sua visão, apenas o *decrescimento*²⁰ é possível, isso para que a espécie humana não seja extinta. Já Herman E. Daly, um dos discípulos de Georgescu-Roegen, apresenta uma luz no fim do túnel, aliando o pessimismo da razão ao otimismo da verdade. Para Daly, o estado estacionário seria a forma para esta empreitada em que há destaque para outros economistas que nesse caso seguem essa corrente, como: Amartya Sen, Celso Furtado e Ignacy Sachs.

Montibeller (1999) afirma que não se deve desconsiderar os anseios das gerações futuras (visão diacrônica), entretanto, quem protege, ou deveria proteger o direito daqueles que ainda não nasceram? Em nosso entendimento, as gerações futuras devem ser tratadas como bens públicos, cabendo ao Estado a sua real proteção. Desse modo, devemos nos valer da busca pelo verdadeiro desenvolvimento, visto que invariavelmente irá apresentar limitadores a forma em que se busca o progresso, conceito esse ao qual não se pode olhar pela ótica do crescimento

¹⁸ Simon Smith Kuznets (1901-1985) recebeu o prêmio Nobel de Economia de 1971 devido sua análise entre desigualdade de renda e crescimento do produto, analisando a economia pré-industrial, industrial e pós-industrial. Essa hipótese foi adaptada para questões ambientais, relacionando a degradação ambiental e a renda per capita, analisando momentos no qual não há impactos ambientais, impactos sem mitigação e impactos com mitigação. A curva de Kuznets ambiental consiste em afirmar que conforme a sociedade avança, gerando desenvolvimento e progresso, os impactos ambientais serão mitigados, melhorando a situação no momento pós-industrial.

¹⁹ Um exemplo disso, são as necessidades e anseios da população escandinava com relação a população africana subsaariana.

²⁰ O decrescimento foi à contribuição fundamental de Georgescu-Roegen à economia ecológica, pois considerando a lei da entropia, mesmo uma economia industrial que esteja em crescimento não se torna sustentável, portanto, nas economias ricas, não seria suficiente uma economia de estado estacionário, como proposta por Daly, apoiando-se em Stuart Mill, e sim um decrescimento, única forma de se garantir a sobrevivência humana (MARTÍNEZ-ALIER, 2015, p. 5).

econômico. Para um progresso em *devir*, difere substancialmente dos atuais modelos, até mesmo dentro das propostas de desenvolvimento sustentável. Montibeller (1999), ao apresentar esta definição clássica de desenvolvimento sustentável, afirma que é um conceito bastante amplo e vago. Destarte, ele buscou ao longo de sua pesquisa compreender o *verdadeiro desenvolvimento*, proposto por Elmar Altvater (1995), pois, ele analisa o desenvolvimento sustentável sob a perspectiva do mito.

Já para Odum e Barrett (2015, p. 131), o conceito de desenvolvimento sustentável está atrelado ao conceito de *capacidade de suporte*, pois esse está relacionado com a ideia de “[...] manter, permanecer em existência, suportar, guardar ou fornecer sustento ou alimento”. Estes autores, por sua vez, definem que a sustentabilidade é dada quando há a manutenção do capital e dos recursos naturais. Isto posto, Odum e Barrett acrescentam que este termo é cada vez mais usado como “[...] um guia para o futuro desenvolvimento, pois muito do que os humanos estão hoje fazendo na área de gestão de consumo e ambiente é obviamente insustentáveis” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 131).

Para Kates (2001) considera a sustentabilidade uma nova ciência, precisando avançar em três caminhos. O primeiro, é a ampliação para a discussão dentro da comunidade científica de Norte e Sul, relacionando principalmente algumas questões e metodologias consideradas chaves. Segundo a ciência deve estar conectada com a política do desenvolvimento sustentável. E, terceiro, e o mais importante, as pesquisas devem estar focadas no caráter das interações entre a sociedade e a natureza.

Dado o resumo de Veiga e Zatz (2008) entre otimistas e pessimistas, eles apresentam outras análises teóricas que acreditam em uma *sustentabilidade fraca*, àqueles que creem em uma *sustentabilidade forte*. Daly (2004, p. 39), respondendo à pergunta “[...] o que é suposto ser sustentado no desenvolvimento sustentável?”. Na primeira abordagem (neoclássica) a questão central é a utilidade, ou seja, a utilidade das gerações futuras não deve ser declinante. Nessa abordagem, a principal discussão é em como manter o crescimento ao longo prazo, considerando, sobretudo o *capital natural*. A segunda abordagem (economia ecológica), afirma que os rendimentos físicos devem ser sustentáveis, por meio *dos recursos de fundo de estoque e recursos de fluxo de serviços* que são providos pela natureza.

Mebratu (1998) considera que o sistema natural tem mecanismos de autorregulação que apresentam uma teia complexa de sistema de *feedbacks* positivos e negativos. Esses sistemas de feedback são operados dentro do contexto da *capacidade de suporte*, regeneração e

assimilação dos respectivos sistemas. Assim, essas diferenças serão a base da discussão que há entre a sustentabilidade fraca e a sustentabilidade forte.

Carvalho e Barcellos (2010) analisaram as contribuições de Solow (economista neoclássico) na discussão do crescimento econômico e seu limitador, os recursos naturais. Assim, na visão de Solow, quando há justiça e equidade entre as gerações, o consumo *per capita* deve ser crescente ou no mínimo constante em longo prazo (critério de Solow). Assim, tanto *capital natural* exaurível, quanto o capital reprodutível deve se manter constante, algo que não é possível, ao menos para o capital exaurível, afetando assim, o capital reprodutível. Dessa forma:

De um lado ficaram os defensores da *sustentabilidade fraca* segundo a qual não interessava como era feita a distribuição entre capital natural exaurível e o reprodutível, o importante era que o capital total permanecesse constante. Ou seja, substituir uma floresta por uma indústria não seria um problema, desde que ambos tivessem o mesmo valor, pois, a princípio, se estaria substituindo um tipo de capital por outro. Está implícito aqui que não haveria maiores dificuldades em mensurar monetariamente o estoque dos diferentes tipos de capital. Do outro lado ficaram os defensores da *sustentabilidade forte*, como Daly, que defendem que o capital natural é complementar e não substituível pelo capital reprodutível. O capital natural, para se assegurar a sustentabilidade, deveria ser mantido constante, no todo ou em pelo menos uma parte do mesmo, o chamado capital natural crítico (CARVALHO; BARCELLOS, 2010, p. 100).

Percebemos que, à vista disso, quando se considera o conceito da sustentabilidade fraca, Romeiro (2010, p. 10) percebe que “[...] não se reconhecem, portanto, as características únicas de certos recursos naturais que, por não serem produzidos, por não ser substituídos pela ação humana”. Em outras palavras, há recursos naturais insubstituíveis, do qual a humanidade depende e nada pode fazer para criá-los. A economia neoclássica defende este conceito, pois assume, conforme Mikhailova (2004, p. 31) que “[...] a degradação ambiental pode ser compensada pelos benefícios econômicos, onde seus indicadores são mensurados por unidades monetárias”. Ou seja, a valoração ambiental pode ser um aliado nas análises, todavia, ela irá apresentar apenas o viés econômico.

Em contrapartida, conforme Lima (2006, p. 4), a sustentabilidade forte, apresenta no mínimo duas variáveis: sistema econômico e o ecossistema. Portanto, são variáveis regidas pelo princípio da dependência em que a variável dependente é o sistema econômico. Mikhailova (2004, p.31) afirma que a economia ecológica está mais inclinada a este conceito, pois ela, em seus indicadores é mensurada em unidades físicas, isso porque as perdas ambientais não podem ser compensadas por benefícios financeiros. Contudo, para Enriquez (2007, p. 79), há três modos de abordar o desenvolvimento sustentável:

- 1) Sustentabilidade fraca conduz à regra de Hicks-Hartwick-Solow (HHS), e trata da sustentabilidade como uma nova forma de eficiência econômica;
- 2) Sustentabilidade forte considera que a eficiência é um critério inadequado;
- 3) Teses econômico-ecológicas, propõem certa complementaridade entre as análises da sustentabilidade fraca e a forte.

Percebemos que esta questão é fundamental para construção de cenários que necessitam de políticas de transição de curto e de longo prazo. Odum e Barrett (2015) apresentam uma síntese do que vem a ser definida por bioética (Figura 2.13). Nesta imagem, há dois cenários, sendo o primeiro baseado em uma visão de curto prazo e o segundo, baseado em uma visão de longo prazo. No final, a depender da relação do homem com a natureza, podemos ter um padrão desfavorável a sobrevivência, principalmente, quando se foca no indivíduo (tempos atuais), ou em uma perspectiva favorável à sobrevivência; isso, a depender da visão a ser implementada quando se adiciona os ecossistemas e as espécies.

Figura 2.13 - Modelo de sobrevivência em dois cenários.

Fonte: Odum e Barret (2007, p. 473).

Isto posto, a sustentabilidade, independente da escola de pensamento, deverá compreender o fluxo do sistema econômico em relação a natureza, por questões de sobrevivência. Dado que o presente estudo se concentra na economia ecológica, será abordada esta visão. Ao tratar do fluxo circular, o conceito de fluxo entrópico (*throughput*), tem a mesma ideia do fluxo metabólico de um organismo vivo (CAVALCANTI, 2010, p. 58).

O transumo linear se dá pela medida de unidades físicas e “[...] encontra-se estritamente sujeito às leis de conservação de massa e energia e à lei da entropia”, como afirma Daly e Farley (2016, p. 66). Como pode ter sido observado, no fluxo circular, há um falso dilema entre o crescimento e o desenvolvimento, pois sabemos que na visão neoclássica não apresenta limites físicos para o crescimento econômico.

O *fluxo entrópico* foi apresentado de forma incipiente na Figura 2.6; dado ao modelo biofísico do sistema econômico, o seu processo metabólico de recursos é transformado em resíduo/rejeito (matéria e energia de alta entropia). O processo metabólico econômico, pode ser pensado como o metabolismo humano e animal. Analisando a revolução científica, Harari (2015, p. 345) diz que no início, a única máquina capaz de realizar conversão de energia era o corpo humano. Dessa maneira, dentro do processo natural do metabolismo, “[...] o corpo dos humanos e de outros animais queimam combustíveis orgânicos conhecidos como alimentos e convertem a energia liberada em movimento muscular”. Assim, as espécies vivas podiam consumir grãos e carne, queimando seus carboidratos e gorduras, usando essa energia para puxar carroça ou até mesmo um arado. Portanto, a economia tem a mesma proposta, pois utiliza o *capital natural*, humano e social de modo a transformar recursos em bens e serviços, em outros termos, queimando energia e gerando resíduos.

É interessante notar que a eficiência nem sempre resulta na melhora do metabolismo econômico, lembrando assim do Paradoxo de Jevons²¹ que, analisando o problema do carvão do seu tempo, percebeu que o uso mais efetivo de energia não implicaria na redução do seu consumo (efeito bumerangue). Um exemplo moderno deste paradoxo, são os combustíveis fósseis em que os carros são os mais eficientes, todavia, sabemos que se queima em demasia nos trânsitos das cidades, anulando dessa maneira, estes benefícios. Daly e Farley (2016, p. 71) percebem este efeito como se tivessem “[...] desenvolvido automóveis que percorrem o dobro de quilometro por litro gasto e, em seguida, percorre o dobro da distância, queimando assim o mesmo número de litros”.

Verificando a veracidade do Paradoxo de Jevons, Ramos-Martín (2012, p. 71) chega a números bem expressivos. Parte do seu trabalho se dá no caso da China. No ano de 1985 a 2009, a intensidade energética (eficiência) resultou em um consumo total de energia muito

²¹William Stanley Jevons (1835-1882), em seu livro publicado em 1865, intitulado “O problema do carvão” descreve que a evolução tecnológica não garante o consumo eficaz dos recursos. Nesse sentido, o aperfeiçoamento tecnológico consegue de fato reduzir o consumo de matéria e energia, entretanto, o seu consumo tende a crescer e não a diminuir. O paradoxo de Jevons também é conhecido como efeito bumerangue, visto que a maior eficiência energética estimula o crescimento econômico, forçando os agentes a consumirem mais energia, retornando ao ponto inicial (ou ampliando a intensidade).

superior a própria eficiência. Em outras palavras, os chineses introduziram novas tecnologias para aumentar a eficiência de sua matriz energética, mas estas tecnologias não resultaram em uma redução do consumo, muito pelo contrário. Dessa maneira observamos que o metabolismo econômico-ecológico vem sendo desconsiderado nos modelos clássicos de crescimento. Destarte, ainda que as propostas econômicas em torno do desenvolvimento sustentável sejam ineficazes, há uma forte corrente que busca a monetarização da natureza, transformando-a em mercadoria, sem compreender, por sua vez, o seu metabolismo (COSTA; SANTIAGO, 2015).

Diante deste cenário, a opção pela economia ecológica para o presente trabalho vem se tornando relevante para a compreensão dos efeitos de rompimento de barragens. Isso pelo fato de que ela oferece um olhar crítico sobre o processo de produção e consumo, considerando os limites ecológicos e entrópicos. Portanto, Leff (2001, p. 44) reforça que não é possível desconsiderar “[...] o intercâmbio econômico e às condições do metabolismo geral da natureza”.

Com a finalidade de compreender este intercâmbio, Daly e Farley (2016), extraindo as ideias de Georgescu-Roegen, utilizam dois conceitos de suma importância para o presente trabalho, sendo: *recursos de fluxo de estoque* e *recursos de fundo de serviços*. Os *recursos de fluxo de estoque*, para os autores é materialmente transformado naquilo que produz. Já Andrade e Romeiro (2009, p. 6), destacaram que os recursos de fluxo de estoque “[...] são aqueles recursos do capital natural que são incorporados no produto final”.

Dentro do metabolismo econômico pode-se usar os estoques existentes de matéria-prima em qualquer ritmo em que o fator tempo não é relevante. Este fluxo proporciona os materiais que podem ser empregados na economia; conforme Daly e Farley (2016, p. 117) o “tempo não entra nesta equação, assim a unidade apropriada para medir a produção de um recurso de fluxo de estoque é a quantidade física de bens ou serviços que consegue produzir”. Isto se dá, continuam os autores, devido o fluxo poder ser armazenado para o futuro.

Os *recursos de fundo de serviços* possuem outra conotação, pois, eles se desgastam, mas não se esgotam. O fundo não está incorporado no produto/serviço, ele está relacionado com o tempo. Desse modo, este serviço não pode ser armazenado para o futuro. Andrade e Romeiro (2009, p. 6) complementam informando que “[...] eles produzem serviços a taxas fixas e estes não podem ser estocados para uso futuro”. Percebemos que assim, o fundo de serviços é o contrário do fluxo de estoque, principalmente, porque eles são “[...] apenas depreciados, podendo ser reutilizados em um novo ciclo de produção” (ANDRADE; ROMEIRO, 2009, p. 6). Assim:

As complexas e dinâmicas interações entre os recursos estoque-fluxo e fundo-serviços (componentes do capital natural), cuja totalidade pode ser chamada de elementos estruturais do capital natural – produzem o que é conhecido como funções ecológicas ou funções ecossistêmicas. Estas incluem transferência de energia, ciclagem de nutrientes e da água, regulação de gases, regulação climática, etc. O conhecimento humano sobre como as funções ecossistêmicas emergem do funcionamento e interação dos elementos estruturais do capital natural é muito limitado, o que dificulta a antecipação dos impactos das atividades humanas sobre tais funções (ANDRADE; ROMEIRO, 2009, p. 7).

Para exemplificar, podemos considerar que na mineração, os minérios são recursos de fluxo de estoque, pois são transformados e podem ser utilizados em qualquer ritmo, além disso, eles podem ser armazenados e também se esgotam. Em outras palavras, os *recursos de fluxo de estoque* são a causa-material do processo produtivo (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Já o processo de extração mineral, consiste em um recurso de fundo de serviço, pois, eles não são materialmente transformados e podem ser sobretudo utilizados, apenas a um determinado ritmo e não podem ser armazenados, pois eles também se desgastam. Desse modo, a maioria dos *serviços ecossistêmicos* do *capital natural* entra nessa denominação.

Nesse caso, a água, dentro do processo de extração mineral pode possuir ambas perspectivas, pois se consideramos a água potável utilizada no processo, ela torna-se um fluxo de estoque, enquanto a água de reuso e reaproveitamento, é um fundo de serviço. Por conseguinte, a produção mineral é um sistema aberto, possuindo um complexo metabolismo econômico-ecológico em que o fluxo circular neoclássico de crescimento apresenta problemas estruturais.

Portanto, para Daly e Farley (2016, p. 72) temos no momento uma faca de dois gumes em que se colocam todas estas variáveis econômico-ecológicas, O primeiro gume corresponde a um aumento da demanda por *capacidade de suporte* (pegada ecológica); já o segundo gume, está associado a uma diminuição da oferta de *capacidade de suporte* (índice planeta vivo). Deste modo, “[...] ambas as lâminas estão sendo manejadas pela mesma mão – chamada de crescimento” (DALY; FARLEY, 2016, p. 72).

Por outro lado, quando aplicado a questão mineral, percebemos que os recursos são dinâmicos devido ao fato de que os “[...] recursos não são, eles se tornam”, devido a sua elasticidade em resposta a interesses e ações do homem, condições tecnológicas, econômicas e políticas (ENRIQUEZ, 2010, p. 55).

Percebemos, ao longo desse subcapítulo, as bases do pensamento da economia ecológica, e sua vertente crítica e cética aos modelos hegemônicos. Dito isso, o crescimento se apresenta como embuste social, por desconsiderarem dentro dos processos econômicos o

primado da biologia e da física. A economia pelos modelos neoclássicos se constitui em uma proposta na qual a biologia e a física estão a serviço dos sistemas econômicos, constituindo de uma inversão lógica. O crescimento infinito proposto pelos economistas convencionais é simplesmente utópico, não existe essa possibilidade, afinal, os recursos são escassos, sendo que essa afirmação se constitui da própria base do pensamento econômico.

Nesse sentido, há lacunas metodológicas a serem preenchidas, constituindo um dos objetivos desse trabalho. Há, portanto, a necessidade de unificação da economia considerando o primado ecológico e entrópico, em que esse subsistema se encontra. Essa arquitetura analítica vem sendo trabalhada por diversos profissionais e pesquisadores, muitos deles foram apresentados durante a explanação desse capítulo, entretanto, o nosso desafio consiste em realizar a ligação com as bases da geografia humana.

Contudo, percebemos que ao utilizarmos a geografia humana como elo entre a economia, ecologia e entropia (além de outras disciplinas), nos valendo, como teoria maior, os ensinamentos do geógrafo Milton Santos (1926-2001); neste caso, buscaremos no próximo capítulo a construção inicial da instrumentação do modelo teórico a ser aplicado na pesquisa. Não por acaso consideramos esse trabalho interdisciplinar, por envolver os mais diversos saberes, dentro de uma teoria substantiva aberta e plural, tornando possível uma análise que contemple *da totalidade ao lugar*.

3. DA GEOGRAFIA HUMANA À ECONOMIA ECOLÓGICA: INSTRUMENTAÇÃO DO MODELO

Após compreender os fundamentos centrais da economia ecológica, surge a necessidade de realizarmos as primeiras tentativas de fusão entre os elementos abordados anteriormente e a geografia humana. Essa reflexão metodológica terá como teoria maior os ensinamentos de Milton Santos (1926-2001), ao tratar do espaço geográfico dentro dos tempos históricos, no qual buscamos uma releitura dos seus ensinamentos, criando ao final, um modelo teórico, almejando o ineditismo da obra.

Nesse sentido, iniciamos as primeiras reflexões mais aprofundadas sobre a questão mineral e o objeto de estudo, barragens de rejeitos, sob a possibilidade do evento relacionado ao acidente dessas megaestruturas em *devir*. Ao longo deste subcapítulo, objetiva-se compreender as relações entre a mineração e seus impactos no ambiente natural e sociedade.

As informações a serem analisadas, interpretadas e teorizadas sobre a questão mineral estão em sua forma dentro de duas áreas do conhecimento - geografia humana e economia

ecológica - mas com contribuições de outras áreas, tornando o estudo interdisciplinar, com pluralismo metodológico. Compreendemos, portanto, como as barragens estão inseridas na questão mineral brasileira.

Desta forma, analisamos os eventos no seu sentido de totalidade, na qual se faz necessário compreender algumas categorias de análise, como: os elementos espaciais; a estrutura, processo, função e forma; sistemas de objetos e sistemas de ações; rugosidades espaciais; processo produtivo e ciclo de vida. Vale ressaltar que:

Isso não nos desobriga de buscar uma compreensão global e em profundidade, mas o tema de referência não é uma volta ao passado como dado autônomo na pesquisa, mas como maneira de entender e definir o presente em vias de se fazer (o presente já completado pertence ao domínio do passado), permitindo surpreender o processo e, por seu intermédio, a apreensão das tendências, que podem permitir vislumbrar o futuro possível e suas linhas de força (SANTOS, 2014a, p. 32).

Buscando reflexões para que outros crimes corporativos sejam minimizados, mas cientes de que irão ocorrer, pretendemos pensar nestes problemas para futuras soluções em suas tratativas que contemplem todos os elementos espaciais, ou seja, que se aproximem se da noção de totalidade. Para enriquecer esta análise, serão utilizados alguns dos fundamentos centrais da economia ecológica. Esses fundamentos têm como foco, as questões relacionadas à entropia, economia e ecologia, e suas críticas aos modelos de crescimento, essas servirão de complemento às visões e métodos da geografia humana propostas por Milton Santos, sendo feito uma releitura dos seus ensinamentos.

Deste modo, a constatação da necessidade dentro da atual complexidade social e ecológica e assim, realizar estudos interdisciplinares, para identificação e estruturação do problema a ser investigado ao longo da tese. Os métodos e categorias analíticas trabalhadas por Milton Santos são fundamentais para se possa unificar a geografia, a economia, a ecologia, física, engenharia, sociologia, administração, direito, entre outras, afinal, todas estão contidas nos elementos espaciais.

Vale lembrar que neste momento, a escala utilizada é global/nacional, na qual compreendemos a questão mineral pelo espaço geográfico das áreas de influência dos projetos de mineração do Brasil, bem como, seus riscos e vulnerabilidades. Ribeiro (2017, p. 150) considera que "[...] as áreas de risco são uma expressão tanto da injustiça espacial, quanto da injustiça socioespacial", algo que deve estar claro ao longo deste trabalho. Em outro momento terá uma escala micro, aplicando o instrumental metodológico ao Projeto Salobo, pertencente ao Complexo Carajás, Pará.

Isto posto, Sintoni, et al. (2003, p. 3) complementa que a mineração oferece a humanidade um elevado número de matérias-primas e insumos e que hoje, é imprescindível para a manutenção da vida, do conforto e do progresso da civilização. Entretanto, na maioria das vezes a própria sociedade moderna acaba desconhecendo “[...] a forte dependência com relação à produção de recursos minerais”, algo fácil de demonstrar (SINTONI, et al., 2003, p. 3).

Cientes das benesses e dependência da mineração no atual estágio da sociedade, mas céticos quanto ao atual modelo de extração, é importante destacar as diferenças entre tragédia e acidentes, quando se fala de barragens de mineração. O conceito de tragédia ao longo deste trabalho, em seu contexto filosófico, está vinculado “[...] a uma manifestação da violência” (PUPPI, 1981, p. 41).

Portanto, carecemos de compreender a tragédia como algo inevitável, ou seja, que não se pode ter interferência do ser humano. Logo, é uma tragédia política, no sentido de Machiavel, mas também nos modelos modernos uma tragédia social, ambiental e econômica (PUPPI, 1981, p. 44).

É importante destacar, quando ampliada às análises de Puppi (1981, p. 44), que a natureza da tragédia é histórica e deve se tirar quatro principais conclusões, sendo: (1) apresenta uma característica existencial do fenômeno denominado trágico; (2) seus componentes estão relacionados com componentes externos, de ordem contextual ou institucional, pela qual são desencadeados; (3) seu conjunto varia no correr da história da tragédia, acompanhado de variações ideológicas, que vai do político ao social, e nos tempos de hoje, ambiental e econômico; (4) apesar de alguns componentes existenciais do fenômeno trágico terem sofrido alterações, o inalterado se dá pelas relações existenciais (individuais e sociais) provocadas por contextos místicos-religiosos, políticos, sociais, ambientais e econômicos.

Portanto, vale ressaltar que quando se pensa, por exemplo, na “tragédia de Mariana/MG”, dado ao rompimento da barragem de fundão, no dia 5 de novembro de 2015, temos uma conotação equivocada. Observamos assim que este termo, tragédia, vem sendo utilizado com certa frequência na academia e mídia, mesmo não sendo coerente, pois não foi uma tragédia e muito menos foi em Mariana. Este erro interpretativo ocorre pelo fato, de que neste caso, era possível o ser humano intervir, tornando um acidente, ou crime, afinal, era totalmente evitável, o que reforça negligência operacional. Logo, a ideia de tragédia será utilizada com maior frequência na perspectiva temporal de *devir*, por se considerar que em momentos futuros a probabilidade de monitoramento e inspeção serem baixos. Além disso,

percebemos que nesta perspectiva temporal, as empresas sequer podem existir, tornando as barragens um risco considerável para as futuras gerações.

A expressão acidente, conforme Yvte (2012, p. 20), está relacionado com um “[...] par composto da lista dos eventos possíveis em dado lugar e das probabilidades de ocorrência de cada evento”. Assim, conforme a autora, um acidente é um fato potencial objetivo, que afetam vários elementos como pessoas, animais, vegetais, e também objetos geográficos e paisagens patrimoniais. A autora afirma que os acidentes podem ser de ordem natural (deslizamento de terra, sismo), antrópica (tecnológica), sanitária, social ou econômica. Destarte, “um acidente define-se por sua natureza, sua frequência e sua intensidade em dado lugar” (VEYRET, 2012, p. 20).

Diante deste cenário, observamos que o ocorrido próximo de Bento Rodrigues, subdistrito de Mariana/MG (2015), e posteriormente Brumadinho/PA (2019) apresentam características de acidentes relacionadas à produção, logo, de trabalho, que a depender da análise, pode configurar crime corporativo.

Acidentes de trabalho, conforme Gomide, et al. (2018), está compreendido no processo de trabalho e em sua organização, que por extrapolar os limites físicos de responsabilidade organizacional, causam danos humanos, sociais, culturais, econômicos e ou ambientais. Observe que este conceito está muito ligado à *capacidade de suporte* da ecologia. Complementam que as consequências são os impactos na saúde física e mental dos trabalhadores e da população potencialmente exposta de forma imediata, a curto, médio, e longo prazo. Logo, “o acidente de trabalho ampliado exige um plano de ação para atender as demandas a curto, médio e longo prazo, uma vez que nos locais onde ocorreram eventos dessa magnitude têm registrado um aumento da morbimortalidade de doenças e agravos na população” (GOMIDE, et al., 2018, p. 16).

Isto posto, é importante deixar claro a diferença entre tragédia e acidente, pois uma gira em torno de questões inevitáveis (tragédia), enquanto o outro em questões evitáveis (acidente), culminando, a depender da situação, em crimes corporativos. Os atuais rompimentos de barragens são no mínimo acidentes ampliados, que a depender da análise podem ser conceituados como crimes, algo que está bem visível nos movimentos sociais, quando afirmam que “não foi acidente”. Esta percepção se dá por desconsiderarem diversos fatores técnicos durante o processo, bem como a *capacidade de suporte* do empreendimento, uma gestão totalmente negligente para com o risco. De toda forma, a nosso ver, não foi uma tragédia, devido

à possibilidade de se evitar, afinal, hoje temos complexos mecanismos de monitoramento e de controle para garantir a segurança das barragens.

Ao longo desse estudo serão utilizados ambos os termos tragédia e acidentes, com predominância para o conceito de crime corporativo, que pela retrospectiva, tudo que ocorreu remete à ideia de crime, dado à inação das empresas e também do Estado. Quando for utilizado o conceito de tragédia, se dará na perspectiva temporal de *devir*, ou seja, tendência secular. Já, quando a perspectiva temporal da análise for de curto e médio prazo, precisamos compreender como acidente.

Todavia, ao utilizar estes conceitos, precisamos ter em mente que de um lado tem um caráter inevitável e do outro um caráter evitável do evento. Isto ocorre já que nas perspectivas temporais analisadas, as empresas podem existir ou não mais existir, sendo que a atual legislação deixa claro a respeito da responsabilidade dos empreendedores garantirem as condições necessárias de segurança da barragem, todavia o Estado é corresponsável. A questão que se gera a partir desta constatação se dá a quem será transferida a responsabilidade no momento em que tais empresas não existirem? Afinal, as barragens estarão lá, com ou sem operação, descaracterizadas ou não.

Desta forma, a questão central se concentra no passivo ambiental, como responsabilidade das empresas, mas que pode ser transferida de forma ilegal e imoral a toda sociedade. É importante destacar que, com base no plano de fechamento de mina do IBRAM, Sánchez (2013) observa que tem um norte de longo prazo, mas não deixa claro a relação com o *devir*, por não definir o que vem a ser longo prazo (30, 50, 100, 1.000 anos?). Desse modo, Sánchez (2013, p. 184) percebe que “incertezas são inerentes a qualquer perspectiva de longo prazo”, portanto, percebe-se que “o planejamento do fechamento de mina pode ser entendido como um processo de gestão de incertezas”. Assim o escopo se concentrará nas barragens de rejeito mineral, que conforme Gomide, et al. (2018, p. 197), consiste no “reservatório para disposição dos rejeitos de beneficiamento”.

As barragens no geral, conforme Gomide, et al. (2018) em vales naturais; constroem um barramento e cria-se um reservatório para depositar os rejeitos. Para Gomide, et al. (2018), dado a ação do tempo, ocorre uma separação do rejeito com a água, devido a densidade distinta, tornando possível a circulação da água na planta de beneficiamento. Portanto, a construção e operação das barragens de rejeito são atividades de alto risco, sobretudo pela a dimensão dos danos em caso de falha. Entre 2000 e 2015, apenas no estado de Minas Gerais, ocorreram sete grandes falhas com barragens; sabemos que a barragem de Fundão apresentou o maior impacto

ambiental. Tempos depois, já em 2019, temos outra grande falha no município de Brumadinho e também no município de Barão de Cocais/MG. Assim, desse modo sabemos que esses municípios vivem a angústia do rompimento eminente. Por fim, vale ressaltar que Curioso do dia para a noite, barragens que eram consideradas seguras, se tornaram inseguras, fato que ilustra a total falta de critérios técnicos na fiscalização.

Para Mota (2017), as barragens no geral possuem como finalidade, o benefício da população. Para o autor, as barragens estão ligadas à história da humanidade, o registro mais antigo advém de uma construção no Antigo Egito, com 12 metros de altura. Essa barragem foi construída há aproximadamente 6.800 anos com o objetivo de represar água para os trabalhadores, tendo seu o rompimento decorrido pelo transbordamento. Observamos que o rompimento de barragem apresenta um elevado risco, com alta probabilidade, devido a sua vulnerabilidade e a sua intensidade a falha pode gerar a um conjunto de elementos espaciais em diversos territórios.

Portanto, a questão problema se dá na compreensão dos fenômenos e evento ocasionado pelo rompimento de barragens de rejeito mineral sob circunstâncias em que a atividade mineradora se encontrava em operação ou já tenha exaurido os recursos naturais, deixando assim, o passivo ambiental para as gerações futuras. Essa rugosidade espacial deve ser trabalhada dentro da própria constituição federal, na qual futuras gerações não terão o seu bem-estar ameaçado pela ganância no presente. Consequentemente entendemos que as gerações futuras constituem um bem-público, que devem ser protegidas pelo Estado, por meio de políticas públicas de caráter inclusivo.

Portanto, entendemos que as gerações futuras constituem um bem-público, que devem ser protegidas pelo Estado, por meio de políticas públicas de caráter inclusivo. Isso se dá por não haver, conforme Romeiro (2010, p. 18) um modelo de *laissez-faire* altruísta, quando se pensa nas futuras gerações e isso deriva do “[...] fato básico de que as consequências dos problemas ambientais globais recairão muito mais à frente no tempo, sobre uma descendência remota de cada família”. Sendo assim, visto que descendentes longínquos não serem uma preocupação das presentes gerações, tornando-se incoerente acreditar que os indivíduos irão se preocupar com descendentes tão distantes, transfigurando em uma preocupação de Estado.

Dessa forma, o IBRAM (2014, p. 7) apresenta sobre a atividade mineral, “que carrega consigo preconceitos e incompreensões históricas, que têm impedido que amplie ainda mais sua expansão” torna-se questionável. Afinal, “a promoção da qualidade de vida do brasileiro” deve ir além do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), métrica tão utilizada para justificar

a mineração, mas que desconsideram, por exemplo, o Índice de Gini, que mede as desigualdades.

Outra questão importante abordada pelo IBRAM (2014, p. 15), é que com uma maior exploração mineral, temos “melhores condições para vencer os desafios do presente e do futuro”. Nesse ponto, tudo leva a crer que o aumento da exploração mineral não melhora as condições das presentes e futuras gerações, afinal, o custo vem recaindo para a sociedade, enquanto os lucros são repartidos para os acionistas. Basicamente, isso consiste em afirmar que o atual modelo mineral no Brasil obtém suas receitas a crédito das presentes e futuras gerações, e essa conta, não serão eles a pagarem.

Crescimento sem desenvolvimento não apresenta vitórias para o presente, tampouco para o futuro. Além desta questão, a falta de compreensão da *capacidade de suporte* do planeta e o seu metabolismo industrial, pesam negativamente para melhores condições futuras. Não pretendemos nos posicionarmos de modo contrário à mineração, mas também não deixaremos de ser crítico ao atual modelo. É inegável que “o exercício democrático no País acelera o avanço à consolidação de uma sociedade justa e uma economia forte”, que busque não apenas o crescimento econômico, mas um desenvolvimento sustentável, respeitando os limites planetários e as futuras gerações (IBRAM, 2014, p. 7).

Portanto, compreender o *throughput*, ou seja, o fluxo metabólico, os *recursos de fluxo de estoque* e os *recursos de fundo de serviços*, torna-se fundamental para a compreensão do metabolismo econômico ecológico. Para nos ajudar a pensar de forma pragmática estes problemas, Sachs (2009, p. 323) reforça que “as ciências sociais têm essencialmente um valor heurístico. Elas ainda ajudam a fazer as perguntas certas, com pertinência e articulação que não são nadas de modo evidente, e que não virá ao espírito de um observador pouco experiente”. Todavia, estas soluções só podem vir das práxis.

Portanto, esta seção foi dividida em quatro subcapítulos, vejamos:

1) Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais (3.1) – iniciamos essa seção buscando compreender algumas raízes dos problemas ambientais, como a questão populacional, preocupação desde Malthus e o consumo conspícuo tratado por Veblen. Portanto, se valendo de categorias de análise da geografia humana procuramos apresentar as estruturas espaciais, sendo: o espaço da produção, circulação, distribuição e consumo; adicionando questões tratadas na ecologia. Percebemos assim que a ecologia e a geografia humana estão interligadas, apresentando alguns elementos deste elo ao longo do texto. O comportamento humano é, portanto, algo fundamental para se compreender a

totalidade espacial na qual iniciamos a junção da economia ecológica com os elementos espaciais aplicados a mineração.

2) O evento, horizontalidades e verticalidades e as rugosidades espaciais (3.2) – acidentes ou tragédias podem ocorrer a qualquer momento no espaço e tempo, sendo que dentro do objeto de estudo consiste no rompimento de uma barragem de rejeitos. Durante esta análise trazemos a compreensão do evento pela *totalidade espacial*, considerando a *verticalidade* e *horizontalidade* geográfica. Nesse sentido, o *efeito derrame*, demonstra o erro de não se considerar o ambiente natural como fato gerador da sociedade. Por fim, emerge a necessidade de se absorver o conceito de *rugosidade espacial*, algo fundamental para o presente estudo, pelo fato que as barragens tendem a ficar ao longo do tempo (*devir*), perpetuando-se na paisagem local.

3) Mineração e barragens de rejeito: estrutura, processo, função e forma (3.3) – procuramos investigar a questão mineral por meio da estrutura, processo, função e forma sobre o objeto estudado (barragem de rejeitos), considerando o evento de rompimento. A *estrutura* compreende o todo, ou seja, a questão mineral em si. O *processo*, é dado pela ação humana, que de forma deliberada sobrepõem a ação natural, ou seja, constitui o fluxo das operações minerais. A *função* e a *forma* são analisadas conjuntamente, elas são basicamente o processo visível, no caso, a barragem de rejeito. Por fim, retorna aos conceitos relacionados aos *recursos de fluxo de estoque* e *recursos de fundo de serviços*, criando uma união com as questões tratadas na economia ecológica.

4) Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de objetos e sistemas de ações (3.4) – neste ponto providenciamos a unificação da economia ecológica com a geografia humana. Após compreender as técnicas, o tempo e as temporalidades, retornamos aos pilares da economia ecológica: *distribuição justa*, *escala ótima* e *alocação eficiente*. Nesse sentido, apresentamos os *sistemas de objetos* e os *sistemas de ações*, bem como as intencionalidades do atual modelo econômico, finalizando com o instrumental metodológico a ser utilizado na pesquisa, considerando ainda, a possibilidade do *efeito transbordamento*.

3.1. PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS, A CAPACIDADE DE SUPORTE E OS ELEMENTOS ESPACIAIS

O estudo da casa, ou seja, a ecologia aparentemente nunca foi uma questão descuidada por outras áreas do conhecimento, como vem sendo com a economia. O estudo doméstico está no seio do princípio de totalidade presente na geografia, na qual se pretende aprofundar ao longo deste trabalho, além de ser base da ciência. Harari (2015, p. 55), percebe a importância da geografia para o estudo doméstico, nesse caso, ele considera que a humanidade desde o princípio não saía apenas à procura de alimentos e materiais, afinal era necessário o conhecimento, pois os seres humanos “[...] precisavam de um mapa mental detalhado de seu território”.

Percebemos que há uma relação direta entre geografia e ecologia, dado a necessidade de se compreender o ambiente. Portanto, diferente da economia, em que ocorre o distanciamento no seu período embrionário, sendo percebidas como realidades antagônicas; a geografia passou sem grandes solavancos dentro deste movimento, se valendo principalmente de várias técnicas da ecologia. Para Santos (2017, p. 21) “[...] nem a ecologia humana, nem a geografia regional, podem progredir muito sem que se dê a devida atenção ao papel peculiar do meio artificial na biologia do homem e no esquema da natureza”, isso evidencia suas preocupações com relação às técnicas relacionadas a ecologia.

Santos (2012, p. 35) lembrando os geógrafos americanos, salienta que estes se referiam “[...] à geografia, como uma ecologia do homem”. Montibeller Filho (1999, p. 103), define a ecologia humana como uma ciência interdisciplinar, que busca compreender os “[...] processos biológicos e sociais que ocorrem entre os seres humanos – como indivíduos, coletividades e sociedades e igualmente entre estes e o ambiente (natural, social, técnico e cultural) em que vivem”. Vale a pena transcrever a nota de rodapé que Santos (2012) acrescenta a respeito deste tema:

No seu discurso presidencial em 1923, perante a Associação de Geógrafos Americanos, H.H. Barrows afirmou: “... a geografia é a ciência da ‘ecologia humana’ [...] A geografia deve tornar evidentes as relações existentes entre o meio natural e a distribuição das atividades humanas. Os geógrafos seriam prudentes se encarassem esse problema do ponto de vista mais geral da adaptação do homem ao meio e não exclusivamente da influência do meio... O centro de interesse da geografia é a ecologia humana em áreas específicas. Tal noção deixa à Geografia Regional um campo distinto [...] (SANTOS, 2012, p. 35).

Percebemos que a ecologia e a geografia estão ligadas, pois, “o tipo específico de explicação em geografia é a explicação ecológica”, assim, as explicações ecológicas, também são geográficas, e isso se deve ao poder unificador das relações entre os seres humanos e os ecossistemas (SANTOS, 2012, p. 35).

Neste momento é importante relembrar dois conceitos já apresentados: ecossistemas e geossistemas. Os ecossistemas consistem no ambiente vivo (bióticos) e não vivo (abiótico) funcionando juntos, ou seja, “a vida e a Terra funcionando juntas”, obedecendo às leis da termodinâmica, sendo sistemas abertos (ODUM; BARRETT, 2015, p. 5).

Montibeller Filho (1999, p. 89) considera que o ecossistema não deve ser confundido com o geossistemas, pois o primeiro é uma síntese biológica, enquanto o último uma síntese geográfica. Este autor define que o geossistemas é “a análise integradora do natural ao humano na síntese geográfica”, na qual, “às sociedades humanas, regra geral, são muito complexas, com intensa rede de interligações entre seus componentes humanos e não-humanos, bióticos e abióticos, em diferentes níveis e aspectos” (MONTIBELLER, 1999, p. 89).

Desse modo, percebemos que tudo vem se tornando mais complexo, isso, devido aos processos de urbanização e de globalização, o que torna inviável traçar uma visão sistêmica na qual se busque as interligações que no final, tendem ao infinito. Todavia, foi construído o conceito de geossistemas, que busca “[...] delimitar a abordagem dentro da visão sistêmica da ação humana e seu entorno” (MONTIBELLER, 1999, p. 89).

Temos de relembrar que tanto os ecossistemas como o geossistemas estão contidos na ecologia como “[...] estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 16).

Retornando aos primeiros elementos espaciais de Milton Santos, e a indivisibilidade do espaço total em que a estrutura espacial se dá pelo *espaço da produção, circulação, distribuição e consumo* relacionando com a definição de ecologia apresentada acima (Figura 3.1). A distribuição ecológica tem relação direta com o espaço da distribuição e o espaço do consumo. Do outro lado, a abundância ecológica apresenta semelhanças quanto ao espaço da produção e o espaço da circulação.

Nota-se, conforme Townsend, et al. (2008, p. 19) que os ecólogos buscam *explicar* e *compreender*, encaixando perfeitamente com o método de Milton Santos. Para estes autores existem duas classes de explicação: imediata e final; e que para compreender precisam descrever antes de explicar. Logo, a geografia está intimamente ligada a ecologia, pois dentro dos seus métodos buscam os mesmos objetivos, de modo a prever minimamente eventos futuros, sempre estando cientes de suas limitações e os tempos históricos. Estas limitações fazem com que seja tão relevante o princípio da precaução, que será analisado em outro momento.

Figura 3.1 - Interação da ecologia e geografia humana com suas primeiras estruturas espaciais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como os indivíduos necessitam conhecer o seu ambiente, esse modelo apresenta um interesse prático, pois é composto de vários subsistemas que apresentam a totalidade, estando contido em um sistema maior (o mundo). Pensando no modelo de *mundo vazio* ou *cheio*, proposto por Herman Daly, notamos que as interações ocorrem por um longo período histórico, algo que nem a geografia e nem a ecologia se descuidam (o tempo histórico).

Santos (2014, p. 81a) considera que o *espaço da produção* “[...] supõem a ideia de lugar”, pois “[...] sem produção não há espaço e vice-versa”, apresentando características da abundância ecológica. O autor continua alegando que na produção de bens materiais ou imateriais, as condições tecnológicas são relevantes, principalmente devido à sua relação com o capital e com o tempo. Portanto, “o território tem que ser adequado ao uso procurado e a produtividade do processo produtivo dependente, em grande parte, dessa adequação” (SANTOS, 2014a, p. 82).

Nesse sentido, Carlos (2018, p. 15) afirma que o processo de produção engloba a sociedade inteira em direção a uma sociedade urbana, na qual se apoia em um cotidiano fortemente programado e normatizado, criando base para a constituição do individualismo exacerbado.

Outro elemento do espaço com características de abundância ecológica, é o espaço da circulação, afinal, não basta apenas produzir. Santos (2014a, p. 82) reconhece que o espaço da circulação (estradas, condutos, vias, meios de comunicação), permitem que a produção gire.

Logo, continua o autor, “[...] prestam-se de maneira diferente à utilização pelas firmas diversas dentro de uma cidade, região ou país” (SANTOS, 2014a, p. 82).

Este espaço está no campo de abundância da ecologia, que busca em linhas gerais “[...] compreender onde os organismos são encontrados, quantos ocorrem em determinado local e por quê”, ou seja, sua circulação dentro do espaço (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 16).

O *espaço da distribuição* e o espaço do consumo estão diretamente relacionadas à noção de distribuição ecológica. Sobretudo, devido às questões territoriais e de poder, alguns agentes exercem influência para garantir sua sobrevivência no mercado, mesmo que isso custe a vida de outros agentes. A redução de custos está na base do capitalismo moderno, o que afeta com vantagens e desvantagens os espaços. Santos (2012a, p. 83) afirma que “[...] a questão da distribuição se coloca de forma diferenciada em função de diversos fatores”, como: a natureza do produto, as condições regionais e locais, a demanda efetiva, entre outras. Essas devem consideradas “[...] sua repartição no tempo, no espaço e segundo os segmentos sociais”.

Todavia, “as condições similares de distribuição não asseguram uma homogeneidade no consumo”, afirma Santos (2012a, p. 84). Desse modo, a abundância já está posta pelo espaço da produção e pelo espaço da circulação, porém, existe uma grande desigualdade no que tange o consumo. Logo, o *espaço do consumo* está diretamente relacionado com um dos principais problemas dos tempos atuais – a distribuição e a desigualdade – pois, em nenhum período humano se deve tanta riqueza material, com tamanha desigualdade.

A economia ecológica apresenta como um dos pilares teóricos a ideia da *distribuição justa*, que afeta o espaço da distribuição e o espaço do consumo. Verificamos hoje, devido a questões como a desigualdade, um crescente o consumo conspícuo, que nada mais é que “[...] uma externalidade negativa, onde as pessoas deveriam pagar pelos impactos negativos que impõem aos outros” (DALY; FARLEY, 2012, p. 562).

Notamos que todos os pilares da ecologia - população, comunidade, ecossistema, paisagem, bioma e ecosfera - também são geográficos e estão no espaço geográfico, criando-se uma *ecologia geográfica*. Retornando aos fundamentos da ecologia, Townsend, et al. (2018, p. 135), apresentam “[...] padrões geográficos em grande e pequena escalas”. Consideram que os padrões geográficos de grande escala estão relacionados a geografia da vida na Terra, dado principalmente pela consequência do movimento do planeta no espaço. Devido a inclinação do planeta, a radiação solar oferece a quantidade certa de energia para manter a vida.

Neste ponto, inicia-se as mudanças climáticas, que devido as correntes oceânicas e as cadeias de montanhas apresentam “[...] efeitos adicionais poderosos sobre os padrões climáticos”, afetando a macro e microescalas geográficas” (TOWNSEND, et al., 2018, p. 135).

Esta união “[...] produzem um mosaico de climas secos, úmidos, frios e quentes sobre a face da Terra”, formando “associações terrestres distintas de plantas e animais”, e que “[...] por sua vez, são responsáveis pela distribuição em grande escala dos biomas terrestres” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 135-136).

Para Odum e Barrett (2015), o conceito de escala apresenta diferentes níveis de organização, com diferentes níveis dentro de um sistema hierárquico. Os autores exemplificam que uma paisagem pode parecer heterogênea em uma escala, mas em uma outra ela pode ser bastante homogênea. Logo, o pesquisador deve selecionar a escala de investigação, para que possam “[...] entender como uma mudança em escala temporal ou espacial pode afetar os padrões, processos e propriedades emergentes por meio das escalas” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 396).

Observamos que a questão da escala para a ecologia apresenta complexidades semelhantes a geografia. Pequenas escalas geográficas apresentam os limites geográficos e uma sedução por desenhos cartográficos, entretanto, “[...] escaninhos arrumados, categorias definidas e limites claros são uma conveniência, não uma realidade da natureza” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 137).

Logo, os “[...] solos ácidos e calcário sustentam vegetações muito diferentes”, pois “[...] os biomas não são homogêneos dentro de suas fronteiras hipotéticas; todo bioma tem gradientes de condições físicas e químicas relacionados à topografia e geologia locais”. (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p.138).

Townsend, et al. (2008), fecham a questão da pequena escala geográfica, afirmando que a desuniformidade está no olho do observador e que todas as comunidades são desuniformes. Sob esta assertiva, torna-se natural as diferentes visões de sociedade, todavia, a natureza pode ser mais bem compreendida em suas concepções científicas. Portanto, a busca pela compreensão do espaço e tempo geográfico proposto por Milton Santos tornasse uma luz acerca das próprias desuniformidades, dado que a sua preocupação visa a compreensão da totalidade, subdividindo o espaço em vários tempos, elementos e escalas espaciais.

Vale lembrar que para economia ecológica a questão da escala é um dos seus pilares (*escala sustentável*). Busca, portanto, conhecer o impacto do tamanho físico da economia para com os ecossistemas. Logo, conforme Cechin e Veiga (2010, p. 45), a economia ecológica

busca responder algumas perguntas, sendo: quão grande é o tamanho do subsistema econômico em relação à ecossistêmica? Quão grande poderia ser, ou seja, qual a sua escala máxima? Há uma escala ótima a partir da qual os custos adicionais do crescimento da economia começam a superar ganhos como de bem-estar?

O olhar do observador está diante de todas as áreas do conhecimento humano, devido à forma como cada um interpreta o mundo. Diante deste axioma, no sentido de buscar uma compreensão da *totalidade geográfica* (totalidade espacial), é fundamental que seja absorvido o máximo de compreensões sociais e naturais. Parafraseando Nelson Rodrigues, *toda coerência é, no mínimo, suspeita*. Além disso, ao adicionar a noção de tempo como categoria histórica temos “[...] a explicação histórica e a explicação ecológica são duas modalidades de explicação invocadas por todas as ciências das coisas vivas: a explicação histórica completa a explicação ecológica e impede seus excessos” (SANTOS, 2012, p. 37).

Não se pode desconsiderar a visão de Santos (2012, p. 36) quanto às aproximações com a abordagem ecológica²², para o autor, essas aproximações “[...] culminam no perigo de uma interpretação determinista”. Esta conclusão deriva de sua análise do pensamento do geógrafo Max Sortre, que ao analisar o conceito de gênero de vida, percebeu que “[...] não era mais aplicável no mundo moderno onde os grupos humanos são afetados por impulsos vindos do exterior” (SANTOS, 2012, p. 36).

Todavia, não há, a nosso ver um perigo de uma interpretação determinista, consistindo em um erro crer que a ecologia não considera o mundo dos humanos e suas inter-relações. Isto se deve ao estudo e interações entre a distribuição e abundância em todas as escalas, afinal, os ecologistas tem como maior preocupação, a vida e a Terra funcionando em harmonia; preocupação também central na geografia humana, que também não pode ser considerada determinista.

Harari (2015, p. 250) reforça essa tese afirmando que as forças geográficas, ecológicas e econômicas, por mais que se criem restrições, “[...] deixam um espaço para desdobramentos inesperados, que não parecem ter ligação com qualquer lei determinista”. Para reforçar esta ideia, é importante destacar que:

A Raiz de muitos problemas ambientais, se não de todos, nos coloca diante do problema da população, os efeitos de uma população humana grande e em crescimento. Mais pessoas significa um aumento da demanda por energia, um maior consumo de recursos não renováveis como petróleo e minerais, mais pressão sobre os

²²“A abordagem ecológica para as comunidades humanas é valiosa; um número, porém, demasiado grande de geógrafos diz que a vida humana é uma função do meio e dá pouca importância para os outros fatores. Em outras palavras, as regiões geográficas têm uma forte marca do determinismo geográfico” (SANTOS, 2012, p.36).

recursos renováveis como peixes e florestas, mas necessidade de produção de alimentos pela agricultura, e assim por diante. O debate é, sem dúvida, o da sustentabilidade: as coisas não podem continuar da maneira como estão (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 439).

Sachs (1993, p. 25-27) abre cinco definições para a questão da sustentabilidade, sendo: sustentabilidade social; sustentabilidade econômica; sustentabilidade ecológica; sustentabilidade espacial; e sustentabilidade cultural. A sustentabilidade social visa reduzir as diferenças sociais, nos locais visto que “o desenvolvimento em sua multidimensionalidade, abrangendo todo o espectro de necessidades materiais e não materiais”, algo trabalhado pela ideia da *distribuição justa* (SACHS, 1993, p. 25).

A sustentabilidade econômica para Sachs (1993) visa a *alocação eficiente*, pois os recursos devem ter uma gestão de investimentos público e privado, visando o bem-estar do trabalhador. A sustentabilidade ecológica está ligada a ideia da *capacidade de suporte*, na qual busca garantir a resiliência da natureza de forma a se manter um equilíbrio ecossistêmico. A sustentabilidade espacial/geográfica foca nas questões referentes à população, ao trabalho e ao poder, na qual esta seção amplia a análise pelas contribuições de Milton Santos.

Por fim, mas não menos importante, a sustentabilidade cultural, como um “[...] conceito normativo de ecoeficiência em uma pluralidade de soluções particulares, que respeitem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local”, ou seja, ela compreende todos os *elementos espaciais*, de modo a tornar o processo harmonioso (SACHS, 1993, p. 27).

Montibeller (1999) salienta que a economia ecológica se baseia nos indicadores biofísicos que analisam as distribuições ecológicas. Neste sentido, não existe um indicador único, como faz a economia neoclássica que tem por base o indicador monetário. O autor considera que “a distribuição ecológica significa a alocação social, espacial e temporal no uso humano dos recursos e serviços ambientais; portanto temos, aqui, ingredientes que complexificam a questão da sustentabilidade para uma sociedade considerada” (MONTIBELLER, 1999, p. 127).

Portanto, quanto a este último tópico, para Harari (2015, p. 172) as questões culturais, “[...] diferentemente das leis da física, que estão livres de inconsistências, toda ordem criada pelo homem é cheia de contradições internas”, o que gera processos de mudança.

De posse destas contribuições, pensando na raiz dos problemas ambientais e buscando demonstrar a união da geografia humana, com a ecologia e posteriormente com a economia ecológica, necessitamos avaliar com cuidado a questão da população humana, uma categoria chave para ambos, que afeta diretamente a demanda por recursos naturais, como os minerais.

Thomas Malthus (1766-1834) observava e alertava sobre esta questão na qual tendia a se tornar insustentável ao longo do tempo. Vale destacar que aproximadamente no ano de 200 d.C., momento em que havia “[...] cerca de um quarto de bilhão de pessoas na Terra, Quintus Septimus Florens Tertullianus escreveu que ‘nós somos onerosos, os recursos quase não são suficientes para nós’” (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2008, p. 440).

Malthus, assim como David Ricardo (1772-1823), ao pensar no problema da escassez, visando o crescimento econômico, optaram pela divisão social do trabalho. Seus fundamentos estavam relacionados à *lei de ferro*, sobretudo, no que tange a remuneração da população. Esta *lei de ferro* tinha como objetivo salários de subsistência para o povo, para evitar o crescimento populacional, sendo que hoje sabemos que o melhor caminho é sempre por meio da educação (STRATHERN 2003, p. 87).

A ideia de divisão social do trabalho, otimizada pelo criador da Escola da Administração Científica, Frederick Winslow Taylor (1856-1915), do qual no apogeu do crescimento econômico aumentou os salários dos funcionários, fazendo eclodir a densidade populacional devido a diversos fatores, como aumento do bem-estar. Todavia, este aumento do bem-estar advém de uma crescente pressão dos ecossistemas planetários. Outra contribuição importante de Malthus para esta pesquisa foi sua contestação à lei de Say²³, no qual percebia que sistema econômico ocorreria *superabastecimentos*.

Strathern (2003, p. 87) acrescenta que “os preços subiam quando havia um aumento no gasto, e caíam quando o gasto era insuficiente”. O autor afirma que não se pode esperar sempre que preços baixos esvaziassem o mercado, principalmente se os consumidores tivessem dinheiro insuficiente, que ocasionaria fatalmente um *superabastecimento* geral.

Estes *superabastecimentos* estão na pauta de muitas discussões econômicas e políticas, em que se observa que dentro desta questão ocorrem vários ciclos econômicos, resultando em problemas sociais, econômicos e ambientais. Com a mineração não é diferente, pois após o *boom* das commodities houve um período de recessão que conforme exposto, pode ter influenciado nos casos de rompimentos de barragens. No entanto, esta discussão ainda será ampliada em outros momentos, quando retornamos ao foco inicial: população e recursos naturais.

²³Essa lei consiste na afirmação de que a oferta cria sua própria demanda, apesar de não haver nenhum escrito de Jean-Baptiste Say (1767-1832) nesse sentido. Sua afirmação consistia que “produtos se pagam com produtos”, sendo Keynes o principal autor a apresentar essa interpretação aos escritos desse economista. Essa proposta é uma das bases para os princípios da contabilidade social, em que o produto é igual à renda, e essa é igual à despesa, criando uma equivalência entre elas.

Os romanos começaram a perceber que com um quarto de bilhão de pessoas os recursos estavam se tornando escassos, sendo uma ameaça à sobrevivência humana. Hoje, esta questão continua em voga, pois além de se ter 7 bilhões de pessoas, com previsões de crescimento, os humanos vivem duas constatações que os antepassados não tinham. A primeira constatação é dada pela ciência, pois hoje conhecemos muito melhor o mundo, não apenas o espaço geográfico, mas o espaço além da Terra. A segunda é devido a esta capacidade de compreensão do mundo, a humanidade alterou o tempo geológico do planeta, que tem o antropoceno²⁴ como sua teoria maior.

Veiga (2012, p. 14) relembra a importância de um dos principais economistas ecológicos, Georgescu-Roegen, no qual “[...] mostrou aos praticantes de todas as ciências a total inconsistência de teorias que insistem em ignorar a segunda lei da termodinâmica”, considerando este um “[...] clarividente analista econômico dessa era que mal começa a ser chama de antropoceno”. Portanto, diferente dos antepassados que desconheciam os recursos e sua influência no globo, a presente geração tem estas informações.

Torna-se fundamental o resgate da *capacidade de suporte* da ecologia para todas as fronteiras do conhecimento. Puxando pela geografia humana, Santos (2013, p. 54), percebe o quão audacioso é dizer o que vai acontecer, pois “[...] o universo é, antes de tudo, um conjunto de possibilidades a concretizar, mas isto sempre é feito de maneira incompleta”. Na época atual, e como nunca antes na evolução da humanidade, as condições-suporte da história permitem edificar um mundo novo (SANTOS, 2013, p. 54).

Para Santos (2012, p. 189), “[...] através do espaço, a história se torna, ela própria, estrutura, estruturada em formas”. Dado a população e os recursos naturais, e ao se considerar o comportamento humano, percebe-se que “[...] os humanos são insaciáveis por natureza” (DALY; FARLEY, 2016, p. 314).

²⁴ O geólogo e biólogo americano Eugene Stoermer e o geoquímico holandês Paul Crutzen foram os primeiros a explicar a necessidade dessa nova denominação em artigo publicado, em 2000, no boletim do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP, na sigla em inglês). Stoermer já vinha utilizando o termo há vários anos, mas foi Crutzen que o popularizou a partir de 2002 com o artigo “Geology of Mankind”, publicado pela revista Nature. A rigor, a paternidade dessa denominação para a era geológica, que corresponde ao advento da industrialização desencadeada pela difusão da máquina a vapor (0,0003 milhões de anos), poderia ser atribuída ao jornalista científico Andrew Revkin, colaborador do New York Times. No livro *Global Warming: Understanding the Forecast*, de 1992, ele havia proposto chamar de “Antroceno” o período posterior ao Holoceno, correspondente à dúzia de milênios em que predominaram os sistemas produtivos agropecuários (0,0117 milhões de anos) (VEIGA, 2012, p. 14).

Este apetite, conforme Daly e Farley (2016) advêm da falsa percepção humana na qual o consumo seria o caminho da felicidade, tese descartada pelo paradoxo de Easterlin²⁵. Todavia, aparentemente isto está na evolução natural, já que:

Nas palavras de outro biólogo evolucionista ‘a economia da natureza é competitiva do começo ao fim (...). Onde ela está em seu interesse próprio, espera-se que cada organismo pode ajudar seus companheiros razoavelmente (...). No entanto, dada a chance para agir em seu próprio interesse, nada exceto a conveniência irá impedi-lo de brutalizar, de mutilar, de assassinar – seja seu irmão, seu companheiro, seu pai ou seu filho. Arranhe um ‘altruísta e assista a um ‘hipócrita sangrar’ (DALY; FARLEY, 2016, p. 331).

Portanto, o comportamento humano não tem a racionalidade plena, como muitos economistas acreditam, eles “[...] assumem que os indivíduos entendem plenamente os impactos de todas as suas decisões” e que estas possam ser “[...] escolhas racionais que maximizem sua utilidade” (DALY; FARLEY, 2016, p. 320).

Nota-se, portanto, que em outras eras, “[...] os grupos humanos retiravam do espaço que os circundava”, sendo que todos “[...] os recursos essenciais à sua sobrevivência” estavam relativamente com acesso fácil, *mundo vazio* (SANTOS, 2012, p. 208).

Era, portanto, a forma de maximizar suas escolhas, dado que o mundo neste período era vazio, pois a natureza tinha uma resiliência mais rápida. A compreensão da *capacidade de suporte* era baixa, mas nunca nula. Todavia, no *mundo cheio*, este conceito deve ser ampliado, dado a questões como o antropoceno.

Conforme Santos (2012, p. 201), “[...] a natureza sempre foi o celeiro do homem, ainda quando este se encontrava na sua fase pré-social”, todavia, continua o autor, para se tornar um “[...] homem social, é indispensável que ele também se torne o centro da natureza”.

Devido ao comportamento humano e sua relação com a natureza, vale resgatar Kenneth Boulding (1910-1993), e sua *teoria do cowboy* e a *teoria do astronauta*. Boulding (1966) considera que boa parte da trajetória da humanidade o mundo era ilimitado, afinal, a natureza sanava todas as demandas (*mundo vazio*). Esta transição entre um *mundo vazio* e um *mundo cheio*, ou em sua terminologia, terra aberta para terra fechada, percebe que a economia é uma ecosfera, sendo está um subsistema de um sistema maior. A *teoria do cowboy*, relacionada

²⁵ O paradoxo de Easterlin evidencia que em um país, as pessoas mais ricas tendem a serem mais felizes do que aquelas menos ricas. No entanto, além de um determinado limiar, cidadãos dos países mais ricos aparentemente não são mais felizes do que cidadãos de países mais pobres. A felicidade geral nestes países além de limitar não parece aumentar com o aumento da renda (DALY; FARLEY, 2016, p.315).

ao pensamento de terra aberta, dito que prevalece na maioria dos estudos clássicos e neoclássicos, constituindo o *mainstream* da economia moderna.

Todavia, isso só demonstra o quão irracional são as decisões humanas, pois dentro da ótica da *teoria do astronauta*, os recursos são escassos, algo hoje evidenciado. Dado a escassez dos recursos, torna-se fundamental sua melhor utilização levando em conta o processo metabólico do planeta, pois, não é coerente crer em um crescimento infinito com recursos finitos.

Valendo-se do esforço intelectual destes autores apresentados, devemos compreender que o *mundo cheio* e apresenta pela noção do espaço total e espaço local, tornando essas, categorias importantes. Sua importância se deve a todas as transformações espaciais apresentarem os problemas complexos que ocorreram entre os períodos, do *mundo vazio* ao *mundo cheio*. Portanto, a *capacidade de suporte* é uma questão central das raízes dos problemas socioambientais, afinal, a regra do sistema não apresenta uma expansão exponencial. Desse modo:

O espaço total é o espaço mundialmente solidário, mesmo que as transformações espaciais se devam à intervenção simultânea de redes de influência operando simultaneamente em uma multiplicidade de escalas e níveis desde a escala mundial até a escala local. O espaço total e o espaço local são aspectos de uma única e mesma realidade – a realidade total – à imagem do universal e dos particulares. A sociedade global e o espaço global se transformam através do tempo, num movimento que, embora interessando igualmente às diversas frações da sociedade e do espaço, é o resultado da interação entre sociedade global e espaço global e de suas diversas frações (SANTOS, 2012, p. 208).

Portanto, o que Santos (2012, p. 207) percebe como transformações espaciais, se dá por esta “[...] intervenção simultânea de redes de influência operando simultaneamente em uma multiplicidade de escalas”. Conforme o autor, isso consiste no mundo em que se pode pensar no espaço total. Aliás, temos de ter em mente que, ao se considerar o espaço total, se faz necessário definir seu geossistema, pois, esse consiste em uma delimitação espacial do estudo. Logo após esta triagem se deve compreender a *capacidade de suporte* natural dos ecossistemas, para que o suporte humano se mantenha algo que pode ser pensado como uma geografia econômica ecológica.

Para finalizar as primeiras análises de forma mais aplicada à questão mineral (curto prazo e *dever*), temos de retornar aos *elementos espaciais* apontados por Santos (2014a, p. 16). Esses elementos são classificados como: “[...] os homens, as firmas, as instituições, o chamado

meio ecológico e as infraestruturas”, no qual iremos fazer algumas atualizações conforme a Figura 3.2.

Figura 3.2 - Os elementos espaciais de Milton Santos.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os homens, ou seja, os membros da sociedade, para Santos (2014a, p. 16) são aqueles que fornecem trabalho e demandam produtos e serviços, entretanto, mesmo não participando diretamente da produção, apresentando relevância para o espaço. Quando se pensa na atual geração, demonstra o quão as pessoas são relevantes para a compreensão do espaço total, afinal, modificam o espaço natural. São vários atores que trabalhando ou não no setor mineral, são atingidos por estas atividades, querendo ou não. Aqueles que estão diretamente ligados a estes empreendimentos possuem sua responsabilidade redobrada, afinal, é da responsabilidade do empreendedor a busca pela compreensão da capacidade de suporte, bem como o funcionamento do seu metabolismo. Já os seres humanos que não possuem a menor relação com estes empreendimentos, podem ser afetados diretamente por eles, gerando conflitos, independente da ocorrência de um acidente. Estas externalidades não são computadas pela formação de preço do minério, imputando a sociedade um grande passivo socioeconômico e ambiental.

Coelho (2015, p. 112) afirma que os impactos “[...] negativos e positivos causados pela mineração são distribuídos desigualmente pela sociedade”. Para o autor, as receitas da mineração são apropriadas pelo setor financeiro e mineradoras, “[...] enquanto os danos atingem agricultores, proletários e subproletários, quilombolas e grupos indígenas”. Justiça é algo fundamental, no qual Ribeiro (2017, p. 147) considera que “um dos princípios fundamentais da justiça é o princípio da equidade”, que advém da ideia de que todo ser humano é igual por natureza.

Coelho (2015) adiciona a questão dos impactos que atingem alguns grupos mais vulneráveis, tendendo a serem mais intensos. Desta maneira, percebemos que existe uma proteção “desigual dos efeitos ambientais das atividades econômicas e com acesso desigual aos recursos naturais, processo conhecido como injustiça ambiental, decorre de processos políticos e sociais de deliberação nos quais as populações afetadas pouco influem” (COELHO, 2015, p. 112).

Portanto, a elaboração e aplicação de determinadas políticas, que são influenciadas por algumas empresas, direcionam seus danos para populações específicas, gerando inclusive racismo ambiental. É importante destacar que a injustiça ambiental deve estar englobada com a distribuição, afinal, a sua desigualdade é o que a torna injusta, isso também por afetar determinadas populações no primeiro momento. A distribuição justa deve, portanto, compreender essa noção, com objetivo de sanar alguns conflitos derivados desse impacto desigual nos territórios.

Em curto prazo, ou seja, no momento do acidente, percebemos que existe uma mobilização das empresas para desarticular os grupos locais. Há uma completa desconsideração para com os seres humanos. Losekann (2018, p. 90), compreende que há uma naturalização para o ‘desastre’, na qual o “[...] governo e empresas foi percebida como uma tentativa de intervir para desorganizar a indignação das pessoas”. A empresa buscou transferir suas responsabilidades a fatores naturais, sendo que hoje está claro que o problema foi técnico. Alegaram até que o “[...] rompimento da barragem seria decorrência de um abalo sísmico”, mas quando se pergunta sobre a *capacidade de suporte*, simplesmente se silenciam (LOSEKANN, 2018, p. 91).

Outros pesquisadores ao realizarem um processo de etnografia com os atingidos, apresentam o seguinte depoimento:

P. relata: “eu fui e perguntei a ele [ao representante da empresa]: - veja aqui, você está mostrando isso, diz que tudo é calculado, tudo é matemática, mas eu não aceito essa

matemática aí não!”. Aí ele me respondeu: - “mas tem que ser assim, temos que trabalhar com uma orientação...” Eu insisti: “eu não aceito vir com essa matemática pro meu lado não, porque até a minha alma tá suja de lama”. Perguntado sobre a reação do funcionário, P. prossegue: “ele não se abalou, disse que quem não ficar satisfeito, judicializa” (ZHOURI, et al., 2018, p. 57).

Diante disto, fica evidente a desarticulação dos grupos locais, daquelas pessoas que não participam diretamente da produção, mas está interferindo em toda sua vida. Basicamente, consiste em uma briga entre Davi e Golias, na qual dificultam ao máximo o alcance a pedra. Esta falha, gera o sofrimento social, que conforme Zhouri, et al. (2018, p. 58), apresenta duas vias: a primeira é referente ao *controle sobre a participação*, na qual o atingido tem que comprovar ter sido atingido; a segunda se dá pelo controle e *estratégias de enumeração* como um instrumento cadastral que busca criar “[...] suas categorias e procedimentos de identificação e mensuração dos danos”. Portanto, cria-se um mecanismo que para muitos, torna-se altamente complexo, dado a burocracia para se fazer e reconhecer como atingido.

Já no caso das futuras gerações, que incluem pessoas que ainda não nasceram, elas herdaram todo o avanço humano, mas também, logo, o seu passivo ambiental (*rugosidades espaciais*). Portanto, as gerações futuras serão bens públicos, ou seja, elas apresentam característica de não rivalidade e não são exclusivos. Estes bens devem ser protegidos pelo Estado, pois são os representantes da sociedade que tem como visão comum a evolução e perpetuação humana, independente dos vieses ideológicos.

Santos (2017, p. 283), ao se pensar na questão espacial, opta por estudar o *espaço banal*, que consiste no espaço de todos os seres humanos e tudo que interage com eles. Em outras palavras, o espaço banal é ponto central do ser humano e da sua relação com os demais elementos espaciais, principalmente aqueles que derivam em várias propostas de sociedade, como a do eco desenvolvimento, pautando nos comuns.

Sachs (2004) compreende que para se construir a ideia da sustentabilidade, é necessária viabilidade econômica, na qual se devem respeitar as restrições ecológicas (*capacidade de suporte*). Portanto, a humanidade deve ser capaz de atender a um crescimento virtuoso, sendo capaz de gerar um desenvolvimento endógeno²⁶, de modo a criar processos inclusivos. Montibeller (1999) reforça que ao se pensar em desenvolvimento, as pessoas necessitam encontrar mecanismos de gestão da natureza, para que todas as gerações possuam possibilidades de perpetuação. Um dos caminhos, consiste em uma solidariedade sincrônica

²⁶“O desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio” (MONTIBELLER, 1993, p. 133).

que “[...] desloca o enfoque da lógica da produção para a ótica das necessidades fundamentais da população; e uma solidariedade diacrônica, expressa na economia de recursos naturais e na perspectiva ecológica para garantir possibilidade de qualidade de vida às próximas gerações” (MONTIBELLER, 1999, p. 27).

Para Santos, devido às demandas dos seres humanos, *as firmas*, junto as instituições, buscam responder a estas necessidades, pois “[...] possuem como função essencial a produção de bens, serviços e ideias” (SANTOS, 2014a, p. 17). Os bens consistem em recursos exauríveis (renováveis ou não), ou seja, com a produção e o tempo, eles se tornam bens escassos e muitos não são substituíveis. Diante desta constatação: “[...] os recursos naturais são bens da União, propriedade distinta do domínio do solo que os contêm e categorizados como recursos naturais não renováveis” (TANNO; SINTONI, 2003, p. 8).

Logo, os recursos naturais são dos seres humanos que habitam um dado território, no nosso caso, o Brasil e sua população. Estes recursos, por meio de concessão da União a entidades privadas devem conceder benefícios ao povo, senão, há um custo de oportunidade negativo a sociedade. Não faz sentido ter as riquezas nacionais drenadas por aglomerados financeiros, sem que tenha uma contrapartida para a sociedade. Recomendamos pensar nesta questão temporal proposta (curto prazo e *devir*), na qual as receitas da mineração maximizem o bem-estar das presentes gerações e que não afetem o bem-estar das futuras, já que estas não contarão com estes recursos, dado a escassez e entropia.

Pela primeira perspectiva temporal, de curto prazo, ao se pensar no rompimento de uma barragem, vemos o drama social que afetam diversas famílias. No caso das barragens da Samarco S.A. (2015), os processos são morosos na justiça brasileira, o que demonstra que os atingidos basicamente não possuem voz, recorrendo à corte inglesa. Ao se pensar nos atingidos, pode se indagar a questão quantitativa, sendo milhares de afetados, mas só é possível compreender a realidade quando se observa os dramas individuais. Zhouri (2018, p. 19) destaca que existe um fetichismo dos números, sendo que este é apenas um instrumento metodológico proposto pelas empresas, que “[...] produz efeitos de inclusão e de exclusão”. Portanto:

No caso da Samarco em Mariana, aplicar-se-iam também todas as demais críticas endereçadas correntemente a grandes projetos de investimento, tais como Estudos de Impacto Ambiental falhos e elaborados por encomenda das próprias empresas; licenciamentos casuisticamente fragmentados; licenças concedidas com número excessivo de condicionantes, nem sempre cumpridas; ausência de participação efetiva dos grupos atingidos no debate sobre os projetos; audiências públicas que operam como dispositivo burocrático de neutralização dos conflitos etc. (ACSELRAD, 2018, p. 157)

Logo, existem inúmeros fatores desconsiderados ou negligenciados pelos empreendimentos minerais. Dentro do trabalho citado e organizado por Andrea Zhouri,²⁷ temos diversos estudos etnográficos fundamentais para a compreensão do sofrimento das famílias atingidas por diversos projetos de mineração, auxiliando com isso, a compreensão dos fatos pelo olhar do *espaço banal*. Quando se pensa no *dever* o questionamento que fica se dá no momento em que estas empresas já não estiverem produzindo, em outras palavras, quando os recursos já tiverem sido exauridos resultando em empresas que podem nem mais existir, abandonando suas minas.

Com este cenário, e considerando que as barragens tendem a se romper, quem arcaria com os estes passivos socioambientais? Não se pretende aqui considerar a mineração uma maldição, pois é elementar para todo aumento dos níveis de bem-estar da sociedade moderna. Entretanto, se faz necessário um debate popular sobre o atual modelo mineral, afinal, é da União, ou seja, do seu povo. Sendo uma riqueza da população, absolutamente nada justifica os passivos recaírem para seus ombros, pois é função do Estado zelar pelo bem-estar de seu povo, acima dos interesses particulares.

As firmas de mineração são intensivas em capital, elas demandam pouca mão de obra, já que seu escopo consiste em bens (recursos minerais) em um processo altamente mecanizado. Enriquez (2007, p. 8), percebe que “[...] a mineração é um importante fator de crescimento econômico e de estímulo ao desenvolvimento do capital humano”, mas que existem problemas dentro do seu metabolismo. Os pilares centrais da economia ecológica (*escala sustentável, alocação eficiente e distribuição justa*), tornam-se relevantes para o estudo dos elementos espaciais e a busca da compreensão da *totalidade espacial*.

Enriquez (2007, p. 8) compreende que a mineração, “[...] por si só, não resolve automaticamente dois graves desafios do processo de desenvolvimento sustentável – o de geração de emprego e o de garantias de equidade na distribuição de benefícios entre a atual e as futuras gerações”. Para se pensar no desenvolvimento sustentável no setor mineral, é obrigatório “[...] obedecer ao duplo imperativo ético da solidariedade com as gerações presentes e futuras”, exigindo desta forma melhores critérios de sustentabilidade social e ambiental e de viabilidade econômica (ENRIQUEZ, 2007, p. 77).

²⁷ Na epígrafe do livro organizado pela Andrea Zhouri, consta um poema da professora Angélica Peixoto (2018), moradora atingida pela barragem de Fundão: *Tarefa difícil a minha, tarefa difícil a nossa:/aprender a ser atingidos. /Como assim? /Precisamos nos comportar como atingidos. /Tem comportamento próprio para atingido? Não sei. /Sei que precisamos aprender a viver/conviver com essa realidade. /Realidade que me faz pensar em direitos, reuniões, assembleias, acordos, /fundação, reconstrução, reassentamento.../Conceitos que me deixam confusa. Confusão que dificulta a apreensão/de palavras simples como: pedir, exigir, negociar, lutar, certo, errado. /Choro por isso. Me sinto atingido por não saber ser atingido* (ZHOURI, 2018, p. 28).

Conforme observado, as firmas oferecem bens, serviços e ideias nas quais no momento, o foco foi nos bens, dado o escopo do setor mineral. Desse modo, não se deve desconsiderar os vários serviços oferecidos por estas empresas as comunidades locais, e a economia, nem mesmo as ideias. Todavia, ao considerar sua atividade (fim), não é relevante para esta pesquisa. No entanto, recomendamos lembrar-se das prestadoras de serviços de auditoria independente que oferecem seus serviços as firmas de mineração como verdadeiras parceiras de negócio, como a *Price water house Coopers*. Segue abaixo a visão desta empresa:

[...] nós seremos uma verdadeira firma de destaque, quando nossos clientes pensarem em nós como uma firma de serviços profissionais e não uma firma de contabilidade. Nós queremos que eles pensem em nós sempre como sendo capazes de oferecer a assistência que necessitam em questões que eles enfrentem em qualquer negócio ou setor (SANTOS; MILANEZ, 2017, p. 140).

Conforme Santos e Wanderley (2015) as mineradoras optam por contratar empresas privadas para auxiliar na comunicação e gestão socioambiental. Portanto, estes planos apresentam merchandising social ou marketing social, no qual, “as empresas passam a ideia à população de que se preocupa com problemas ambientais e de que realiza uma série de iniciativas de promoção ao meio ambiente” (SANTOS; WANDERLEY, 2015, p. 99).

Na mineração, estas empresas contratadas para consultorias/auditorias são conhecidas como *Big Four*, em que tornam o processo parcial, apresentando fraudes consideráveis e conflitos de agência²⁸, afinal, “[...] são parceiras econômicas das empresas que deveriam investigar” (THE ECONOMIST, 2014).

Observamos uma ideia de parceria das firmas, tanto as executoras quanto as prestadoras de serviço. É interessante analisar a missão e visão da maior mineradora do país (Vale S.A.²⁹). Sua missão consiste em “transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável” e sua visão é “ser a empresa de recursos naturais global número um em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta”.

Todavia, para Santos e Wanderley (2015, p. 101), dentro do discurso pelo desenvolvimento da mineração, a postura pública que estas empresas parceiras orientam as

²⁸ O conflito de agência está relacionado à assimetria de informações entre os acionistas e os gestores, sendo elemento chave para a governança corporativa. Basicamente consiste em dizer que há possibilidades de divergência de interesses entre os gestores da empresa, que estão realizando sua administração, com relação aos proprietários (acionistas), por estarem distantes da operação. No caso de indivíduos que buscam maximizar suas necessidades pessoais, ao estar à frente da organização, irão tomar decisões que os favoreça, excluindo os desejos dos reais proprietários.

²⁹ Informações obtidas no site da Vale: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/mission/paginas/default.aspx>

empresas contratantes a seguir, em momentos de conflitos, conforme a seguinte hierarquia (Figura 3.3), vejamos:

- 1) Sem exposição. A empresa evita posicionamentos públicos sobre determinado tema;
- 2) Baixa exposição (reativo). A empresa só se expõe publicamente quando pressionada por seus parceiros;
- 3) Baixa exposição (proativo). A empresa cria oportunidades para se expor junto a seus parceiros, mas evitando exposição excessiva;
- 4) Média exposição. A empresa cria oportunidades junto ao público para debater temas específicos;
- 5) Alta exposição. A empresa cria oportunidades junto ao público para debater temas variados.

Figura 3.3 - Estratégias empresariais para exposição pública.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as hierarquias postas evidenciadas acima, as firmas se valem de estratégias institucionais para analisar diversos grupos de interesses (*stakeholders*). Compreendendo o grau de interesse e poder de cada *stakeholders*, criam estratégias e formas de gerenciamento, nas quais, aqueles que possuem maior poder e interesse jamais serão ignorados. Notamos que alguns grupos não possuem poder para alterar o destino dos projetos, criando assim quatro categorias de gerenciamento. Algumas perguntas são importantes, vejamos: quais interesses financeiros e emocionais possuem no resultado do projeto? São positivos ou negativos? O que os motiva acima de tudo? Que informações necessitam? Qual a melhor forma de comunicar-se com eles? Qual é a opinião corrente sobre o projeto? Qual

influencia suas opiniões? Se não forem positivos em relação ao projeto, o que poderá atraí-los a apoiar o projeto? Se não for possível atraí-los para o projeto, como será possível gerenciar sua posição? Portanto, que tudo é calculado para a exposição pública, que pode ser sintetizado na Figura 3.4 (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p. 487-488).

Figura 3.4 - Matriz poder-interesse do *stakeholders*.

Fonte: adaptado Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 488).

Compreendemos assim, a situação das firmas para a questão que este estudo pretende analisar. Todavia, não se deve esquecer-se da visão nacional transcrita na Constituição Federal.

Artigo 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (...)§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei (BRASIL, 1988).

Entramos nas *instituições* do Estado, que para Santos (2014a, p. 17), “[...] produzem normas, ordens e legitimações”, logo, é do Estado que se fala. O art. 20, IX, determina que os recursos minerais são bens da união, sendo permitido desse modo, a extração mineral mediante uma concessão para exploração da lavra. Deste modo, as instituições devem autorizar, regular e fiscalizar estas explorações. Portanto, cabe as estas realizarem o inventário das “[...] barragens

de empreendimentos minerais ou industriais construídas para a contenção de resíduos e rejeitos ou para o armazenamento de água” (SANTOS; MILANEZ, 2017, p. 132).

Quanto a esta questão (barragens de rejeito), detalharemos na seção que trata sobre as infraestruturas, focando neste momento na relação entre instituições, a sociedade e as firmas. Reforçando essa ideia, Veiga e May (2010) apresentam que padrão sistemático de expectativas compartilhadas consiste no seio das instituições, modelando o comportamento da sociedade. Existe desta maneira, de acordo com os autores, um “[...] um reconhecimento geral de que as instituições são fundamentais no processo de mudanças econômicas” (VEIGA; MAY, 317).

Veiga e May (2010, p. 317) complementam que teoricamente estas relações constroem regras que se possam produzir:

- a) Um bem definido sistema de direitos de propriedade.
- b) Uma estrutura de governança, que sancione determinadas formas de cooperação e competição.
- c) Regras de troca que busquem uma minimização dos custos de transação entre os agentes.

É fundamental compreender as perspectivas temporais em questão, quando se deve constatar que no plano de fechamento de mina se compreende do início ao final do ciclo de vida da jazida, e para além do ciclo (pós-fechamento). O objetivo neste momento, não consiste em entrar na legislação, algo que será debatido no próximo capítulo. Tratamos de apresentar alguns elementos importantes para a compreensão do espaço geográfico aos problemas socioambientais e a *capacidade de suporte*, devido à inação do Estado (Instituições) que vem prejudicando a presente geração de pessoas e desconsideram as futuras. Portanto, “[...] a inação do Estado, no que diz respeito a um entendimento amplo e democrático da matriz de disposição e recuperação de rejeitos de mineração no Brasil, provoca uma armadilha de elevação exponencial dos riscos a populações e ecossistemas” (MANSUR, et al., 2016, p. 36).

Concordamos com a posição de Mansur, et al. (2016, p. 38) em relação aos custos socioambientais, para os autores, eles “[...] devem ser arcados em sua plenitude pela mineradora e seus acionistas”, afinal, a legislação afirma a responsabilidade do empreendedor para com as suas barragens de rejeito até um determinado período após o fechamento da mina. Observamos desta forma há um problema com relação a questão temporal, pois após o fechamento da mina, não está claro na legislação o prazo que a empresa se responsabilizará pelo monitoramento e controle das barragens, nem a obrigação de descaracterizar ou descomissionar.

Quando se pensa no *dever*, é pouco provável que as mineradoras e seus acionistas paguem por algo que já não dá receita, no caso de já não for contabilizado. Algo que

simplesmente está desativado, fazendo com que os recursos financeiros transitem para outros aglomerados financeiros.

Portanto, nesta perspectiva, algo não muito diferente da atual, os custos recairão a sociedade, algo que se deve questionar. Mansur, et al. (2016, p. 40) ressalta que só foi permitido à empresa e seus controladores trabalhar da forma como atuaram, dado “[...] à fragilidade institucional presente no estado de Minas Gerais - fragilidade que possui contrapartes importantes nos governos do Espírito Santo e federal”. Em todas as fases do processo de licenciamento ambiental, até o monitoramento e fiscalização, demonstra que os órgãos ambientais responsáveis não possuíam as capacidades institucionais necessárias para obras com tamanho risco.

Milanez, et al. (2016, p. 87) adiciona ao debate a questão da taxa e ritmos de extração, elas “[...] devem ser adequados ao controle e à redução dos riscos presentes e futuros associados à intensificação das operações do setor no Brasil”. Percebemos que devido à alta complexidade do cálculo da *capacidade de suporte*, bem como do parcial conhecimento do metabolismo industrial, este tema é de suma importância para as instituições (Estado). Hoje, ao se considerar o atual processo econômico e as atuais decisões políticas do Brasil, tornam-se pouco provável a discussão e adoção desta taxa/ritmo.

Entretanto, não se deve desconsiderar esta proposição, afinal, apenas a ciência pode jogar luz a questões tão complexas como esta. Conforme o capitalismo se expande, a extração mineral acompanha o ritmo, forçando barragens de rejeito cada vez maiores. Hoje, já se encontra um impasse com relação ao projeto Minas/Rio da Anglo American, que chegará a um volume sete vezes maior que a barragem de Fundão, que em algum momento no tempo, inevitavelmente, tende a se romper, caso tudo ficar como está.

Para Santos (2014a, p. 101) a economia ecológica é considerada como convencional (neoclássica), ele percebe que o sistema pode “[...] ser subdividido em dois subsistemas: governamental e de mercado”. O foco deste elemento espacial (instituições) é o governamental, mas torna se ligado diretamente ao mercado, sendo necessárias algumas reflexões.

Partimos do que Polanyi (2000, p. 17) adiciona como a quarta instituição da civilização do século XIX (o estado liberal), juntamente com o sistema de equilíbrio do poder, o padrão internacional do ouro e o mercado autorregulado, que “[...] esmaga as minorias e reprime as maiorias”, para se conseguir a tão aclamada paz. Acrescenta que essa representação de estrutura compreende “a finança nacional, por sua vez, como um microcosmos” (POLANYI, 2000, p. 26).

Logo, as instituições estão diretamente ligadas a este microcosmo, sendo o mercado o cosmos desta linha de pensamento, algo não natural. Esta é a origem das propostas de crescimento infinito, que ainda perduram na atual economia de mercado. Por fim, retornando ao entendimento que o atual cenário político brasileiro, muitos possuem como concepção, é de que:

Uma economia de mercado significa um sistema auto regulável de mercados, em termos ligeiramente mais técnicos, é uma economia dirigida pelos preços do mercado e nada além dos preços do mercado. Um tal sistema, capaz de organizar a totalidade da vida econômica sem qualquer ajuda ou interferência externa, certamente merece ser chamado auto regulável. Essas condições preliminares devem ser suficientes para revelar a natureza inteiramente sem precedentes de um tal acontecimento na história da raça humana (POLANYI, 2000, p. 62).

Entendemos claramente que consiste numa distopia, pois o mercado como está sendo apresentado desde o início do estudo, é apenas um microcosmo de um sistema metabólico muito maior, os ecossistemas. Além disso, Polanyi (2000, p. 62) acrescenta que a economia de mercado em outros períodos da história possuía “[...] um papel apenas incidental na vida econômica”, em outros termos, o principal motor da sociedade estavam as relações pessoais e não mercantis. As instituições representam os mecanismos que hoje a sociedade tem para zelar pelos seus interesses, dado ao axioma que o mercado (convencional) visa apenas o lucro. Todavia, percebemos grande influência dos mercados nas instituições, processo que tende a prejudicar as gerações presentes e futuras.

Hoje, observamos a dificuldade que a sociedade, as firmas e instituições responsáveis possuem com relação ao crime corporativo da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019), que tem o Estado como suposto interventor destes conflitos. Torna-se utópico imaginar um Estado liberal auto regulável, afinal, com pouca regulação já se percebe desdém aos envolvidos, sem regulação, acreditamos que os responsáveis apenas lavariam as mãos. Afinal, o Estado representa os interesses dos dominantes desde o processo de acumulação primitiva do capital.

Santos (2000a, p. 101) observa que o Estado representa os interesses dominantes, nos quais sem muito diálogo, levam em conta estes interesses, desconsiderando por sua vez, as contingências da segurança nacional e os interesses sociais, valendo-se da sua força a serviço do capital.

Entramos assim no problema da regulação fraca, pois dentro da economia convencional o mercado deve ser autorregulado. Hoje, já se percebe esta transição, pois as questões ambientais estão se tornando um entrave os modelos de crescimento convencionais. Atualmente, dentro das instituições fiscalizadoras já se observa vários casos de abusos das

empresas para com a sociedade, ao se pensar no *dever*, torna este assunto ainda mais relevante. É importante destacar que a regulação fraca vem por meio de uma enorme quantidade de impostos e uma gigantesca quantidade de leis. Torna-se assim, curioso percebermos que há uma regulação fraca, afinal, há todo um aparato regulatório, licenciador e fiscalizador. Todavia, nada ou pouco acontece, criando essa ideia de regulação fraca, pois as firmas, no caso de cometerem atos ilegais e imorais, não terão a sua punição, por dobrarem, por meio do seu poder, os mecanismos das instituições do Estado.

De acordo com Santos e Milanez (2016, p. 113), a regulação fraca em Minas Gerais “[...] permitiu o licenciamento de uma obra que não apresentava viabilidade ambiental”; essa viabilidade ambiental tem o seu “[...] sistema de monitoramento de barragens do Estado não ser capaz de garantir a segurança das barragens instaladas”, que possuem como elo mais fraco a parte ambiental.

Como já se pode perceber, é um erro crasso tornar a parte ambiental o elo mais fraco, pois independente da perspectiva temporal a ser adotada, a entropia cobra sua parte na distribuição de matéria e energia. Logo, sem a resiliência ecossistêmica necessária, até setores que hoje buscam enfraquecer ainda mais este elo, pode ser afetado por mudanças climáticas, como é o caso da agricultura.

Dos Santos e Milanez (2016, p. 143) percebem o modelo de migração “[...] baseado na regulação fraca para auto regulação”, do qual a decisão ambiental para grupos que muitas vezes possuem interesses conflitantes com a população, logo, com as instituições do Estado, que deveriam amenizar estes conflitos. Portanto, reforçam que “[...] enquanto o licenciamento ambiental e monitoramento de barragens de mineração possuir um controle estatal frágil”, no qual a ocorrência de acidentes/tragédias haverá transferência de responsabilidades das empresas para fundações privadas (SANTOS; MILANEZ, 2016, p. 143).

Atualmente, verificamos que as empresas de consultoria, além de fazerem todo o licenciamento ambiental, também exercem atividades de consultoria, que são para lá de duvidosas. Portanto:

O papel do Estado depende do uso de seus recursos para facilitar direta ou indiretamente a concentração da produção, ou se os usa para fornecer serviços à população local. O problema, contudo, não é apenas a vontade do Estado, mas também o seu poder, porque as tendências de concentração levam a formas monopolistas e oligopolistas de organização, que forçam o Estado a repartir não apenas a poupança popular, mas também o poder de tomar decisões. Desnecessário se torna dizer que estas novas formas organizacionais usam seu poder decisório em seu próprio benefício, ou seja, para agravar a concentração (SANTOSb, 2014, p. 176).

Logo:

A noção tradicional de Estado empalidece nas condições político econômicas do período tecnológico: comando da economia mundial em escala mundial; política internacional fundamentada em interesses econômicos de curto e a longo prazos; desconhecimento das verdadeiras riquezas nacionais pela maior parte dos países; papel da minorias no interior de cada nação; insatisfação crescente das populações, principalmente das populações pobres, provocada contraditoriamente pelas condições do sistema atual (SANTOS, 2012, p. 221).

Coelho, et al. (2016, p. 183) percebendo estas contradições e visando compreender o “[...] comportamento da indústria extrativa mineral (IEM) nos territórios onde se instalam”, observaram a relação entre firmas e instituições. As estratégias das empresas consistem e financiar as campanhas dos políticos de modo a “[...] ter influência sobre os políticos eleitos, tanto no poder executivo, quanto no poder legislativo” (COELHO, et al., 2016, p. 183).

A relação das firmas com os seres humanos (sociedade) se deve, em muito dos casos, pela dependência econômica da região e “[...] algumas iniciativas de inteligência social e de responsabilidade social corporativa” (COELHO, et al., 2016, p. 183).

Estas práticas reduzem a “contestação social contra a empresa, mesmo após o rompimento da barragem”. Coelho, et al. (2016, p. 186) destaca que neste íterim, o Estado se eximindo do controle efetivo da situação e com isso, transfere responsabilidades para uma fundação construída pelas próprias empresas. Portanto, para os autores, “[...] reproduz o modelo de política ambiental atualmente em voga no país, baseado no auto monitoramento, que foi exatamente um dos elementos que permitiu o rompimento da barragem do Fundão” (COELHO, et al., 2016, p. 184).

Deste modo, este é um tema que ainda será mais aprofundado durante o trabalho, pois é um dos pilares para sustentação do bem-estar das presentes gerações, bem como fator decisivo para a existência das próximas. A união da geografia com outras disciplinas, pode auxiliar na compreensão das falhas do atual modelo, para que se pense numa forma de desenvolvimento que não desconsidere a *capacidade de suporte*, os fluxos de materiais e energia e sua entropia, bem como as pessoas, o principal elo de ligação do espaço e do tempo geográfico. Quando se pensa nas pessoas, aquele elo fraco do meio ambiente torna se forte (sustentabilidade forte), pois, as externalidades ambientais apresentam um alto impacto na qualidade de vida da civilização.

O *meio ecológico*, ou *ambiente natural*, já foi bem abordado ao longo do texto, mas vale fazer umas pequenas observações a cerca desta questão, que conforme visto, é o elo mais fraco. Para Santos (2014, p. 17a), o meio ecológico consiste no “[...] conjunto de complexos

territoriais que constituem a base física do trabalho humano”. Desse modo, optamos neste estudo por pensar no ambiente natural dentro do *espaço banal*.

Segundo Odum e Barrett (2015, p. 18), o meio ecológico abrange o sistema ecológico ou ecossistema, na qual há uma relação que inclui todos os organismos (a comunidade biótica), em um determinado ambiente físico visto que o fluxo de energia interage com componentes não vivos (recursos abióticos). Para eles, “[...] é mais que uma unidade geográfica”, pois entra como “[...] uma unidade do sistema funcional, com entradas e saídas, e fronteiras que podem ser tanto naturais quanto arbitrárias” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 18)

Desta forma, além da percepção do trabalho humano, devemos levar em conta o não trabalho humano. Em outras palavras, o momento em que o trabalho tiver sido realizado, mas que seus passivos ambientais se mantenham no espaço, causando *rugosidades espaciais*. Esta visão vai ao encontro com o que afirma Santos (2012, p. 172): “a geografia humana é um estudo da projeção das sociedades sobre a face da terra”.

Para Zhouri (2018, p.20), com relação ao relacionamento entre os seres humanos, às firmas e as instituições, percebe-se uma união entre as firmas e instituições “[...] com relação às dimensões ambientais, relevando a exclusão seletiva da sociedade civil (*os homens*) desse processo” (grifo nosso). Para Zhouri, et al. (2018, p. 37), os inúmeros casos de negligência entre o empresariado e o poder público para com estes empreendimentos, além da gestão das catástrofes. Losekann (2018, p. 91) acrescenta que as “[...] empresas e governos têm interesses e negócios comuns, o que faz com que os governos busquem proteger as empresas no lugar de se alinharem aos afetados³⁰”.

Como apresenta Rigotto (2018, p. 250), um contexto de crise ecossistêmica global e civilizatória, os sujeitos locais “[...] guardam saberes e valores preciosos sobre a vida e a organização comunitária, sobre a relação com a natureza, os quais podem iluminar relevantes pistas de alternativas ao desenvolvimento e à modernidade para a humanidade”.

Por fim, se tem *as infraestruturas*, que para Santos (2014a, p. 17), elas constituem o “[...] trabalho humano materializado e geografizado na forma de casas, plantações, caminhos, etc”. No nosso caso, são as barragens de rejeito, que relembrando Paulo Cesar Abrão,

³⁰ Dado a projeção de um rompimento e/ou transbordamento de uma barragem, isso afeta diversos ecossistemas e a sociedade, causando problemas para as presentes e futuras gerações. Ao se pensar nas futuras gerações percebemos que chegarão a Terra com escassez de recursos (bióticos e abióticos). Imagine um cenário em que uma barragem se rompa atingindo o Rio Amazonas na mesma (ou porque não maior) intensidade da ocorrida no Rio Doce, afetando diversas populações. Trágico, não?

especialista em barragens, afirma categoricamente à revista Brasil Mineral que “as barragens de rejeito não são seguras. Elas estão seguras³¹” (ALVES, 2015, p. 20).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018, p. 9), “existem hoje no país 31 órgãos fiscalizadores de segurança de barragem”, neles há cadastrado 24.092 barragens. Do total cadastrado, temos 3.543 barragens classificadas na categoria de Risco e 5.459 apresentando seus riscos e vulnerabilidades, portanto, temos 723 classificadas simultaneamente como Categoria de Risco e Dano Potencial Associado alto.

Observamos também que do total de barragens cadastradas, “[...] 13.997 (ou 58%) possuem algum tipo de ato de autorização (outorga, concessão, autorização, licença, entre outros)”, além de se ter algumas barragens órfãs, somando-se 570 infraestruturas (ANA, 2018, p.19).

Outra constatação importante é que apenas 18,7% das barragens (4.510), submetem-se ao PNSB, sendo que merece destaque as demais 18.324 barragens “[...] ou 76% das barragens cadastradas” não possuem “[...] informações suficientes para se dizer se submetem ou não à PNSB (ANA, 2018, p. 20).

Muito preocupante esta questão, afinal, ela demonstra a fragilidade institucional a qual as instituições do Estado estão submetidas. Para reforçar esta preocupação, existem “[...] 8 órgãos efetivamente fiscalizadores que ainda não publicaram algum regulamento da lei nº 12.334/2010, sendo que dois se encontram no Estado do Pará e Minas Gerais, que possuem as maiores jazidas minerais do país (ANA, 2018, p. 25).

Para exemplificar este problema, atualmente são:

[...] 18.446 barragens não possuem informação de altura, 9.584 não possuem informação de capacidade e 18.663 barragens não foram classificadas quanto ao DPA. Sem esta definição toda a implementação da PNSB é prejudicada, pois muitos empreendedores não começam a aplicar os dispositivos da PNSB em suas barragens por não saber se elas se submetem ou não à PNSB e, consequentemente, aos regulamentos existentes (ANA, 2018, p. 20).

Portanto:

Em termos relativos à quantidade de barragens submetidas à PNSB (4.510) cerca de 27% possuem PSB, 22,4% realizaram ao menos uma inspeção no ano de 2017, e 17% das barragens já possuem uma RPSB. Em relação ao PAE a comparação pode ser feita, grosso modo com a quantidade de barragens com DPA alto (2.986), assim

³¹ Devemos recapitular que a segurança das barragens é temporal, variando conforme a forma como a firma atua dentro do seu gerenciamento de risco, podendo optar por um monitoramento mais rígido ou mais brando.

podemos dizer que 25% das barragens que deveriam possuir o PAE já o elaboraram (ANA, 2018, p. 27).

ANA (2018, p. 34) compreende que ao analisar os dados do RSBs anteriores “[...] quase a totalidade das barragens possui informações de localização e de uso principal”. Todavia, somente 55% delas possuem informação sobre o volume, 19% de autoria e 32% de ato de autorização. Notamos que há muito a se fazer, sendo que o relatório oferece 11 recomendações ao final do seu trabalho. Portanto, a conclusão é que:

No momento o ponto crítico para que a implementação da PNSB ocorra mais celeremente é a definição por parte dos órgãos fiscalizadores de quais barragens por eles fiscalizadas submetem-se à PNSB, e quais as regras que os empreendedores devem seguir. Com isso será possível que os empreendedores, que são os responsáveis legais pela segurança de barragens, elaborem e comecem a implantar os planos de segurança de barragens (iniciando pelas inspeções regulares), e os resultados dessas ações apareçam na forma de menos barragens com categoria de risco alto, menos barragens que preocupam os fiscalizadores e menor número de acidentes reportados (ANA, 2018, p. 66).

Deve ficar claro que até o momento, as barragens estão sendo adicionadas por uma perspectiva macro, visto que englobam todos os tipos de barragens, e não apenas aquelas de rejeito mineral objeto do presente estudo. Logo, cabia ao antigo DNPM, hoje, ANM e SEMAD, no caso das barragens em Minas Gerais, sua “[...] fiscalização da implantação dos planos de segurança das barragens de mineração” (SANTOS; MILANEZ, 2017, p. 132).

Desse modo, para realizar o inventário, “[...] a FEAM leva em consideração principalmente os dados fornecidos pelas firmas, que são complementados, em alguns casos, com auditorias *in loco*” (SANTOS; MILANEZ, 2017, p. 132).

Observem que em apenas alguns casos há auditoria *in loco*, algo que merece atenção, pois “[...] apenas 3% do total de barragens cadastradas foram vistoriadas pelos órgãos fiscalizadores. O número de barragens vistoriadas pelas equipes de fiscalização de âmbito estadual foi semelhante ao ano de 2016”, havendo uma diminuição no número de barragens vistoriadas pelos órgãos federais (ANA, 2018, p. 9).

Percebemos que no relatório da ANA que a equipe responsável por este trabalho consiste em 154 técnicos no Brasil. Os cálculos realizados são de 2 técnicos com dedicação exclusiva para 30 barragens; uma equipe de 2 a 5 técnicos para até 100 barragens; de 6 a 10 técnicos para 300 barragens; 10 a 20 técnicos para 1.000 barragens; e mais de 20 técnicos para mais de 1.000 barragens a serem fiscalizadas (ANA, 2018, p. 17).

Portanto, conforme o relatório da ANA (2018), 61% dos Estados que possuem um órgão fiscalizador estão a contento, e 39% não apresentam quantitativo para a atividade. Os dois Estados que mais possuem barragens de rejeito mineral, Pará e Minas Gerais, apresentam 03 técnicos na SEMAS e 06 técnicos na SEMAD, respectivamente, além da ANM, que possui 20 técnicos (ANA, 2018, p.16). Portanto, considerando “o total de barragens submetidas ao PSNB, que teoricamente são as que deveriam ser fiscalizadas, 17% das barragens são vistoriadas anualmente” (ANA, 2018, p. 30).

Torna-se necessário para o escopo deste trabalho, buscar, mesmo que minimamente, a união entre estas áreas de conhecimento (e outras), para se possa tentar compreender a totalidade. A questão mineral é altamente complexa, com diversas contradições, mas deste ponto para frente buscará afunilar as análises. O próximo passo nesta direção terá como categorias de análise geográficas os eventos; *estrutura, processo, função e forma; horizontalidades e verticalidades*; e as *rugosidades espaciais*, bem como, suas relações com a economia ecológica e a questão mineral sob o objeto barragens de rejeito.

Por fim, percebemos que após as primeiras tentativas de apresentar a interdisciplinaridade para a pesquisa, torna-se mais aberto o campo de trabalho e suas problemáticas. A geografia tem um forte laço com a ecologia, mas que devido “a uma tentativa de separação radical entre a ciência e a moral em nome de uma arrogante visão de seu tema de estudo” a economia se desprende da realidade humana (BRESEER-PEREIRA, 2013, p. 360).

3.2. OS EVENTOS, HORIZONTALIDADES, VERTICALIDADES E A RUGOSIDADE ESPACIAL

Ao iniciar esta sessão, é importante compreender o que vem a ser um evento, que neste caso está associado ao rompimento de uma barragem de rejeitos em qualquer período de tempo. Conforme Santos (2017, p. 95) um evento é o resultado da ação, “[...] do fato que a ação sempre se dá sobre o meio”. De acordo com o autor, este resultado é uma “[...] combinação complexa e dinâmica, que tem o poder de deformar o impacto da ação” (SANTOS, 2017, p. 95).

Logo, o *capital natural* é um evento que pode ser constituído pela ideia de patrimônio natural. Zanirato e Ribeiro (2006) observam que o patrimônio natural se refere a eventos do passado com ocorrência de espécies endêmicas, que apresentam características singulares. Reforçam a importância de se garantir sua manutenção, pois além da história natural, pode-se analisar a dinâmica natural do planeta. Este estilo de vida hegemônico é “[...] orientada por uma

crença na superioridade do mercado como mecanismo de alocação de recurso geral" (LIMA, 1999, p. 3),

Em conformidade com o já exposto, as barragens não são seguras, elas estão seguras, logo, a ação quando se ocasiona um rompimento é exatamente a distorção desta ação sobre o seu meio. Notamos que os eventos possuem dois elementos centrais que impactam o objeto barragem - a ação e o tempo. Santos (2017, p. 143) salienta que “[...] a palavra evento ganha diferentes acepções e é utilizada em múltiplos sentidos”. Logo, “um evento é um instante do tempo e um ponto no espaço” (SANTOS 2017, p. 144).

Assim, observamos que este pensamento vem de filósofos pré-socráticos, como Heráclito de Éfeso (540 A.C). Heráclito percebe que tudo que existe está em permanente mudança ou transformação. Isto está na essência da ciência, na qual Harari (2015, p. 265), explicando a importância da revolução científica, apresenta o trabalho de Isaac Newton, considerando que sua maior grandeza “[...] foi sua capacidade de explicar e prever os movimentos de todos os corpos do universo”. Logo, uma forma de se compreender a totalidade universal.

Retornando a Heráclito, este cunhou a celebre frase: *é impossível entrar no mesmo rio duas vezes*, afinal; as águas já serão outras e nós, também já teremos mudado. Adicionando as complexidades do mundo contemporâneo, ao pensar na economia e suas relações sociais fica evidente que no “[...] âmago do movimento é uma alucinação articulada” (CRUZ FILHO, 2014, p. 12).

Cruz Filho (2014) reforça que na visão vebleriana sobre a natureza humana, há um conjunto de questões irrevogáveis e incontornáveis, nas quais:

[...] o homem é uma espécie ativa, dotada de hábitos e propensões (tropismos e instintos), e inteligente. Como outros animais, o homem é um agente, e age em resposta a estímulos oferecidos pelo ambiente em que se encontra. Como outras espécies, o homem é uma criatura de hábitos e propensões. No entanto, em um nível mais elevado do que outras espécies, o homem delibera mentalmente o conteúdo dos hábitos pelos quais suas ações são guiadas e avalia os efeitos e as tendências destes hábitos e propensões. O homem é, em um senso eminente, um agente inteligente (CRUZ FILHO, 2014, p. 94).

Portanto, levando em consideração da natureza humana e sua ação no mundo natural, Santos (2017, p. 145) destacou que não há escapatória, pois “[...] quando eles emergem, também estão propondo uma nova história”, logo, todos os eventos são novos. O autor continua sua argumentação analisando a compreensão do momento e do instante, pois no seu ver é “[...] daí a sua eficácia e sua irreversibilidade” (SANTOS, 2017, p. 145).

Logo, “[...] quando ganhamos a certeza de que nenhum momento se repete nem volta, e então decidimos agir dentro dessas malhas estreitas” (SANTOS, 2017, p. 145).

Para Santos (2017, p. 145), os eventos são todos relacionados ao tempo presente, logo, quando se pensa no rompimento das barragens em diferentes momentos, esses rompimentos são “[...] portadores da ação presente”. Não obstante, é necessário compreender os riscos e a vulnerabilidades dos eventos de rompimento de barragens, bem como os impactos nos territórios em questão, afinal, “[...] os eventos não se repetem”, pois, “[...] os eventos mudam as coisas” (SANTOS, 2017, p. 145-146).

Santos (2017) faz uma distinção dos eventos, na qual divide entre eventos naturais e eventos sociais ou históricos. Conforme Santos (2017, p. 146), o primeiro está relacionado com “[...] o próprio movimento da natureza, isto é, da manifestação diversificada da energia natural”. Retornando ao pensamento econômico ecológico, principalmente no que tange a entropia, Georgescu-Roegen (2012, p. 82), destaca que o evento final é o destino do universo, não sendo a morte térmica, mas um estado mais desesperador: o caos. Este pensamento está entrelaçado com a questão da tragédia, pois é algo inevitável por ser um evento natural.

Já os eventos sociais ou históricos, Santos (2017, p. 147), afirma que “resultam da ação humana, da interação entre os homens, dos seus efeitos sobre os dados naturais”, ou seja, a depender de sua forma, pode-se compreender como uma questão de acidente. Santos (2017, p. 147) compreende que o comando destes eventos está relacionado ao movimento da sociedade, e que, dentro da história humana “[...] parte de um mundo de coisas em conflito para um mundo de ações em conflito”. Portanto, “os eventos históricos supõem a ação humana. De fato, evento e ação, são sinônimos” (SANTOS, 2017, p. 147-148).

Santos (2017, p. 148) divide também os eventos em finitos e infinitos, nos quais “os primeiros resultam da distribuição de possibilidades ou recursos finitos”. Podemos pensar nas questões relacionadas ao tempo, ao dinheiro, as matérias, a energia, e a população. Os eventos infinitos resultam “[...] da distribuição de possibilidades e recursos cujo uso não os esgota, sua distribuição podendo ser cumulativa e não competitiva”, como é o caso da liberdade, democracia e conhecimento (SANTOS, 2017, p. 148).

Logo, afirma Santos (2017, p. 148), “o evento é sempre presente, mas o presente não é obrigatoriamente o instantâneo”. Portanto, “há acontecimentos que se dão sem plano algum, como que de surpresa. Outros são planejados. E a vontade de determinar o futuro se explicita segundo diversos horizontes temporais, desde o curtíssimo ao mais longo prazo” (SANTOS, 2017, p. 148).

Do nosso ponto de vista, os eventos que são pegos de surpresa, dentro do objeto estudo, estão relacionados à tendência secular (*devir*), afetando principalmente as gerações futuras. Conforme exposto nos modelos apresentados no ensaio teórico (Figura 1.8 e 1.9), bem como na Figura 2.13, existe a certeza que irão ocorrer, dado as questões relacionadas à entropia. Neste ponto, dentro destas circunstâncias (*ceteris paribus*), podemos considerar que estes eventos são associados à questão da tragédia.

Já os eventos planejados, ou mal planejados, são de curto, médio e longo prazo, afetando as gerações presentes. Por mais que se tenham várias técnicas de controle e monitoramento de barragens de rejeito, com uma engenharia de alta complexidade, as barragens nunca estão plenamente seguras. Portanto, estudos e levantamentos como este, que refletem sobre estes acidentes, são fundamentais para se compreender seus efeitos no espaço geográfico, em um sentido de totalidade, devido seus riscos operacionais.

Antes de retornar ao sentido de totalidade, além disso, temos duas categorias importantes para se compreender o todo são as *verticalidades* e *horizontalidades*. Santos (2017, p. 281) considera que há diferenciação quanto a este tema, em que a primeira está relacionada "a integração das coisas e dos respectivos fenômenos, em um ponto qualquer da superfície da Terra", tendo a ideia de verticalização. Já "a relação entre coisas e seus fenômenos, em um ponto ou lugares diversos no mundo, fundadas em sua localização relativa" é o que se pode denominar horizontalização (SANTOS, 2017, p. 282).

Portanto, Santos (2013, p. 51) compreende que para qualquer escala no espaço geográfico (banal), temos de agrupar ambas propostas. Por fim, Santos (2013, p. 51) adiciona que na horizontalidade há um conjunto de lugares contíguos, sendo um "[...] substrato dos processos da produção propriamente dita, da divisão territorial do trabalho" e a verticalidade está associada "[...] aos processos de cooperação, cuja escala geográfica não raramente ultrapassa a do processo direto da produção".

Santos (2017, p. 286) compreende que as verticalidades "[...] são vetores de uma racionalidade superior e do discurso pragmático dos setores hegemônicos". Logo, percebemos que está atrelada a forma imposta pelo processo de produção. Já as horizontalidades "[...] são tanto o lugar da finalidade imposta de fora, de longe e de cima, como o do contra finalidade, localmente gerada". Este é o espaço da "[...] cegueira e da descoberta, da complacência e da revolta". Não é por acaso que Santos (2017, p. 283) prefere a concepção do espaço banal, que consiste no lugar de todas as pessoas, deixando o espaço econômico e das firmas em um subsistema do espaço total.

Esta linha de pensamento contribui para a forma como se compreende a questão mineral, pois conforme Sant' Ana Jr; Alves (2018, p. 259) dentro das atividades contemporâneas é a mineração que produz efeitos que “[...] vão muito além do espaço geográfico e das relações sociais e econômicas implicadas diretamente a elas”, algo que Gudynas (2016) classificou como *efeito derrame*.

Para Gudynas (2016) a atividade extrativista apresenta algumas características importantes. Quando se pensa na questão ambiental o *efeito derrame* se dá pela mercantilização da natureza, na qual os recursos são convertidos em mercadorias, com um elevado desperdício de natureza. Devido à redução e flexibilização das exigências legais, em todos os sentidos, as instituições se tornam fragilizadas, favorecendo as firmas. Após essa fragilização institucional, dá início a problemas territoriais, pois com o avanço do extrativismo afetam comunidades tradicionais, que rapidamente percebem que seu modo de vida é modificado por estes empreendimentos.

Neste momento, dando prosseguimento ao *efeito derrame*, os passivos ambientais recaem às pessoas, impactando frações da sociedade, em geral, os mais miseráveis. Observamos nesse processo diversas violações de direitos humanos, e até racismo ambiental, pois as comunidades perdem voz e quando protestam há uma forte tendência em utilizar instrumentos da ordenação jurídica contra os líderes sociais. Nos casos extremos, mas não raros, há casos de violência e morte para que se mantenha o *status quo*.

As questões econômicas veem em seguida, afinal, este tipo de atividade afeta toda a economia nacional. Portanto, quando afirmamos que se sabe o preço do solo para baixo, sem valorar as riquezas do solo para cima, desconsiderando também os indivíduos, é o ponto que merece destaque. Gudynas (2016) afirma que para cada tonelada de prata, são 7.500 toneladas de rochas e que para uma tonelada de cobre são aproximadamente 350 toneladas de rochas.

A economia simplesmente desconsidera estas externalidades, contabilizando apenas os custos da extração, recaindo aos territórios uma múltipla e complexa gama de comunidades atingidas por estes projetos. Os excedentes desta extração apresentam problemas relacionados à valoração ecossistêmica, um problema de alocação, já que desconsidera as suas funções e serviços do qual simplesmente deixam de existir, afetando gerações futuras. Além de essa valoração ecossistema compreender os *passivos do sofrimento social* deveria apresentar o mesmo grau de importância, ou até mais.

Devido ao patrimônio natural perdido, percebemos os benefícios econômicos e sociais que estão embutidos na extração dos recursos não renováveis, para se avaliar o custo de

oportunidade em escala global. Os recursos minerais são cotados por redes e mercados globais, sendo que esta internacionalização desconsidera a entropia e processo metabólico deste sistema, afetando a propriedade e articulação global. A compensação e justiça são justificadas pelos governos devido à visão de que estas fontes de recursos financeiros são indispensáveis para assistência dos mais pobres, apesar de que conforme Gudynas (2016) passa a ser uma proposta muito exagerada.

Por fim, mas não menos importante deste efeito derrame tem a política e democracia, pois por meio delas, o Estado legitima as firmas para operação visando a renda dos seus acionistas, sendo necessário um equilíbrio neste ponto. Esse desequilíbrio afeta, a política e a democracia, pois gera práticas clientelistas, que podem ser consideradas formas de bandidismo, demonstrando que o descaso ambiental afeta toda uma complexa cadeia (Figura 3.5).

Figura 3.5 - O efeito derrame de Eduardo Gudynas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante do exposto, notamos que a *verticalidade* e *horizontalidade* são peças chave para o quebra cabeça que constitui a noção de totalidade. Quando se compreende apenas na verticalidade, fazemos uso de um discurso alinhado aos setores hegemônicos. Ao pensar pura e simplesmente na questão econômica, percebem apenas benefícios, afinal, a extração mineral contribui positivamente para a construção do PIB nacional. Entretanto, ao se considerar a

horizontalização, se descobre outras formas de análise, trazendo a revolta para o centro do debate.

Quando o elo mais fraco é o meio ambiente, desencadeia uma série de problemas, que não se pode deixar passar pelos olhos de quem estiver observando o evento. Devido ao pensamento convencional apresentar uma abordagem incompleta, deixando de fora os efeitos que desencadeiam durante o processo de extração, torna-se vital a proteção do meio ambiente como ponto de partida.

Gudynas (2016, p 22), reforça que ao pensar no *efeito derrame*, dado as estratégias de desenvolvimento que são baseadas no capitalismo, força os países da América do Sul, subordinando-os a processos nos quais são apenas fornecedores de matérias-primas de uma cadeia global. Portanto, até mesmo com governos progressistas, percebemos um sonho do capitalismo benevolente, “[...]onde os extrativismos serviriam para fortalecer os mecanismos de compensação. Esse é um caminho que, no entanto, reforça a mercantilização da vida social e da Natureza” (GUDYNAS, 2016, p. 22).

Ribeiro (2010, p.70) considera que ao se verificar que o meio ambiente é um fator fundamental para oportunidades e reflexões, este tema “[...] expõem a fragilidade do conhecimento científico quando praticado apenas para legitimar a incorporação de recursos materiais”. Não se deve, portanto, desconsiderar os ecossistemas dos processos econômicos e sociais, pois se o objetivo for apenas a mercantilização, incorre no erro de se compreender parcialmente a totalidade, utilizando-se apenas da análise referente a verticalidade.

Ao apresentar estas questões, retomamos à noção de *totalidade espacial* para que se possa ter uma visão holística da sociedade e seus *elementos espaciais*. Como o espaço é indivisível, Santos (2014, p. 85), adiciona outros elementos para a compreensão das *estruturas espaciais*, como: espaço da produção, circulação, distribuição e consumo, afinal, “o espaço, como realidade, é uno e total”. Estes movimentos são importantes para que a sociedade possa compreender cada fração do território, em diferentes escalas (global, nacional, regional e local).

Para Santos (2014a) o conceito de totalidade é abrangente e refere-se à complexidade de fatores no contexto espacial, desse modo, recomendamos “[...]fragmentá-lo em suas partes constituintes para um exame mais restrito e concreto”, algo que buscará apresentar ao longo do trabalho, um modelo que se enquadre nesta fragmentação (SANTOS, 2014a, p. 70).

Portanto, torna-se muito importante a compreensão do conceito e noção da totalidade, pois esta fragmentação pode ser feita dentro de várias formas, áreas, categorias, disciplinas, noções e conceitos. Uma das propostas do presente estudo é abrir o leque das variadas opções

que os ensinamentos de Milton Santos podem proporcionar, unificando a geografia humana com a economia ecológica, a partir da releitura dos seus trabalhos e os mais diversos autores.

Conforme Santos (2013, p. 61), devemos considerar que o espaço total é pontual e descontínuo, pois o Brasil é um país subdesenvolvido. Em um determinado ponto do espaço, as variáveis são sincrônicas do ponto de vista genético, todavia, o funcionamento em cada lugar possui uma variável assíncronica. É importante destacar que na visão do autor “o espaço nunca é portador de técnicas da mesma idade” (SANTOS, 2013, p. 61).

Este trecho é muito importante para análise que se buscará a seguir, devido às *rugosidades espaciais* que estão e estarão presentes nos complexos minerários ao longo do tempo. Ao se considerar os rompimentos em tempos atuais aos longínquos, recomendamos entender que no primeiro caso é tratado como acidente, algo evitável. Já no segundo como tragédia, algo inevitável já que *tudo que é sólido se desmancha no ar*. Este tom dramático de acidente/tragédia se dá por falhas na legislação, dos *ordenamentos da ordem jurídica*, ao se considerar a geração presente e futura, e pela probabilidade das firmas minerárias não mais existirem, deixando seus passivos ambientais a crédito para o futuro.

Dentro de um processo de *supressão* ou *exclusão*, o espaço é modificado com a ação do tempo, pois, a “[...] cada sistema geográfico é sucedido por outro, que recria sua coerência interna, ainda que isolada, cada variável experimenta um processo de mudança com ritmo próprio” (SANTOS, 2013, p. 62).

Observamos que dentro do espaço geográfico, o lugar onde estão contidas as barragens de rejeitos, pertencentes à paisagem do complexo minerário, torna-se um objeto de estudo significativo. Ao considerar a legislação atual, conforme exposto acima, dentro do plano de fechamento da mina, diversos objetos irão se manter, aguardando a resiliência ecológica que pode levar décadas ou séculos. Isto posto, após o encerramento da atividade mineira:

[...] é importante que se estudem diferentes alternativas de uso para cada estrutura da unidade minero-industrial (cava, barragem de rejeitos, pilha de estéreis, áreas industriais e de apoio, etc.), levando em conta as aptidões e potencialidades de cada estrutura (por exemplo, a existência de edificações que podem ser reaproveitadas e de áreas com vegetação nativa que podem desempenhar funções ecológicas, paisagísticas e recreativas), assim como as restrições impostas pela presença dessas estruturas (por exemplo, uma bacia de rejeitos). Um estudo de alternativas de uso futuro deveria considerar os custos, benefícios, vantagens, desvantagens e riscos de cada alternativa estudada e indicar a alternativa preferida (SÁNCHEZ, 2018, et al., p. 59-60).

Ressaltamos que uma bacia de rejeitos, é uma restrição que deve ser considerada, acrescentamos a isso, a necessidade e importância de levantar esta questão por diversas

perspectivas temporais. Para Santos (2013, p. 62) “no sistema histórico, ou temporal, as variáveis evoluem de maneira assíncrona”. Em outras palavras, o sistema histórico, tem um movimento que não é simultâneo ao tempo de outros elementos. Estes elementos, interpretados como uma categoria por Santos (2014, p. 15a), apresenta uma conotação de “[...] verdade eterna, presentes em todos os tempos, em todos os lugares e da qual se parte para a compreensão das coisas num dado momento”. Desse modo, vale advertir que conforme este autor deve-se tomar cuidado, pois para sua real compreensão considere as mudanças históricas.

No esboço do sistema histórico, tem-se que no seu período, os objetos se mantêm no espaço, mesmo estes sendo inutilizáveis. Santos (2013, p. 62), afirma que “[...] no sistema espacial, elas mudam sincronicamente”, ou seja, possuem uma relação de simultaneidade. Isto posto, as barragens de rejeito da mineração podem até ter uma nova função com o tempo, devida substituições que ocorrem devido às inovações, ou estes *sistemas de objetos* terão uma *exclusão*, ou *supressão*.

No atual momento, sabemos que as barragens de rejeitos podem ser exploradas no futuro, mas quando consideramos o quantitativo de energia e de matéria necessária para realizar este processo, e os seus respectivos custos e riscos, com a atual tecnologia, seriam necessárias diferentes barragens com capacidade para suportar este processo industrial e assim, o seu metabolismo. É imprescindível compreender o metabolismo social, pois esse engloba o metabolismo industrial, apresentando um tom da *totalidade espacial*, pois em todo processo geram-se resíduos (lei da entropia).

Georgescu-Roegen (2012, p. 91), ao analisar se existe a possibilidade da eliminação dos resíduos, percebe que dado “[...] a natureza entrópica do processo econômico, os resíduos são *output* tão evitáveis quanto o *input* dos recursos naturais”, ou seja, depende da ação do homem quanto a sua forma de se utilizar os recursos. Georgescu-Roegen (2012) lembra que para um barril de óleo de xisto gera-se uma tonelada de cinzas. Que a cada 150 gramas de urânio, deve-se triturar um metro cúbico de rocha. O autor reforça que nem com a opção de se mandar os resíduos para o espaço-estratosférico seria uma boa solução, pois não seria rentável em grande escala e de maneira contínua. À vista disso, “as consequências das minas a céu aberto ilustram de maneira impressionante o problema gerado até mesmo por aqueles resíduos neutros” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 91).

Georgescu-Roegen (2012, p. 57) observa que dentro do processo econômico apresentam “[...] recursos naturais de valor e o que é rejeitado consistem em resíduos sem valor”; ou seja, as matérias-energias seguem os princípios da termodinâmica, em especial a entropia,

que entram no processo produtivo matérias e energias em um “[...] estado de baixa entropia e sai num estado de alta entropia”. A entropia, conforme Georgescu-Roegen (2012, p. 82) pode ser entendida como “[...] formas de energia e matéria que são gradativamente transformadas em calor e resíduo, e o calor/resíduo, afinal, torna-se tão difuso que o homem não pode mais utilizá-lo”. Este Georgescu-Roegen (2012, p. 82) complementa que:

Para a energia, temos:

- 1) Nenhum trabalho mecânico pode ser obtido sem gasto de energia;
- 2) Nenhum trabalho pode ser obtido realmente sem que uma quantidade de energia utilizável seja desperdiçada em energia não utilizável;
- 3) Nenhum sistema real pode ser completamente purificado de energia não utilizável.

Para a matéria, temos:

- 1) Nenhum trabalho pode ser obtido sem que se utilize matéria;
- 2) Nenhum trabalho pode ser obtido sem que alguma matéria utilizável se degrade em matéria não utilizável;
- 3) Nenhuma substância pode ser completamente purificada de seus elementos contaminantes.

Por este motivo, é possível compreender o motivo do por que Altvater (1995, p. 304) rejeitar a possibilidade de desenvolvimento sustentável, algo que se encontra na missão e visão de empresas minerárias. Este considera que o desenvolvimento é incompatível com o meio ambiente, tornando-se uma quimera.

Ribeiro (2010, p. 74) ao analisar os críticos do desenvolvimento sustentável, ressalta que um terço da população mundial não está inserida sociedade de consumo. Adiciona que “[...] o restante da população mundial a uma vida mais digna” não se alcançará dentro do atual sistema econômico, devido a *capacidade de suporte* que não atende a “[...] escala da totalidade da população humana na Terra” (RIBEIRO, 2010, p. 74).

As principais razões de Altvater (1995, p. 25-29), para esta anomalia se dá devido:

- 1) Qualquer estratégia de desenvolvimento, e, portanto, de industrialização, traz consequências para o meio ambiente, em todas as regiões do mundo;
- 2) Os recursos naturais e ambientais se esgotam; e
- 3) A capacidade de suporte da Terra já está alcançando o seu limite.

Altvater (1995) expõe um pensamento bastante pessimista neste assunto, desenvolvimento sustentável, e apresenta relativa razão. Todavia, a espécie humana, com toda sua engenhosidade, procurar formas e meios para que se possam construir caminhos sustentáveis. O sistema a qual a humanidade está imposta não aparenta enfraquecimento estrutural, logo, tende a durar.

Ribeiro (2010, p. 69) abrindo para gestão dos recursos naturais, em uma ótica internacional, afirma que “[...] a capacidade de carga de o planeta suportar a reprodução da

vida" é uma questão de segurança internacional influenciando decisões globais. Mesmo com os constantes, e cada vez mais rápidos ciclos econômicos, o capitalismo consegue se reinventar (para o bem ou para o mal). A nosso ver, a barreira imposta ao sistema econômico atual (modelos neoclássicos), está ligada com os recursos naturais, devido ao primado da biologia e da física, mas apesar da escassez destes recursos, ainda está longe da sua completa exaustão.

No caso da mineração, as variáveis do seu processo, são intensas, sendo necessário compreender suas entradas, saídas, fluxos (energia e material), barreiras e limites ecológicos. A mineração, quando se compreende o seu metabolismo, pode oferecer caminhos inovadores, tornando-a mais sustentável. É fato que a industrialização traz consequências ao meio ambiente, todavia, considerar que este processo irá findar nos próximos anos, é no mínimo utópico, forçando-nos a soluções no presente.

Quando se pensa nas perspectivas temporais tratadas neste estudo, podemos até visualizar o fim da mineração (como a conhecemos), cabe a presente geração tem por obrigação ao menos oferecer condições ecológicas, sociais e econômicas mais justas para às futuras sucessões. Isto passa invariavelmente por políticas públicas inclusivas, que busque de fato um olhar para as pessoas e não apenas às firmas, algo muito defendido pelos economistas ecológicos.

Em vista disso, Ribeiro (2010, p. 9) reforça a importância do ambiente natural para a existência humana, “[...] já que ela possui uma dimensão territorial implícita”. Os recursos necessários para a sociedade moderna estão dispersos na superfície terrestre, resultado de processos longos, anteriores a vida humana. Isto posto, conclui o autor, estes recursos “[...] são apropriados pelos grupos sociais de acordo com sua capacidade de gerar instrumentos técnicos, o que a torna, em si, foco de poder, disputa e conflitos” (RIBEIRO, 2010, p. 9).

Destarte, devemos considerar os atuais problemas, que envolvem o poder, disputa e conflito, em que Saes (2017, p. 94-95), afirma que mineração é uma atividade de alto risco, até mesmo para os investidores, pois sua natureza tem complexidades operacionais, sociais e ambientais. Problemas extremos, como o rompimento ou o vazamento de barragens de rejeitos, podem resultar em uma total paralisação das operações, como o ocorrido na Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019).

Outra questão importante lembrada por Saes (2017), é a respeito das comunidades locais que podem discordar da implantação destes projetos, principalmente por ameaçar seu modo de vida, devido as questões ambientais, urbanas e de saúde. Desse modo, entendemos que devemos dar voz a estas comunidades, pois, elas são bases do ecologismo dos pobres apresentado por

Martínez-Alier (2007), e que por isso, podem contribuir significativamente para as reflexões a frente deste trabalho. Hoje já existem movimentos buscando territórios livres de mineração e se esse for o desejo das populações, devem ser respeitadas, afinal, o minério não azeda, deixando a questão para as futuras gerações.

É interessante notar que, dentro do metabolismo econômico, a termodinâmica e o seu princípio de entropia colocam por terra a mania por crescimento (*growthmania*). Georgescu-Roegen (2012, p. 98) é muito claro quanto a isso ao afirmar que: “[...] uma vez que tudo isso existe apenas em quantidades finitas, nenhum artifício de classificação pode eliminar esta finitude”. Contudo, é necessário entender os recursos imprescindíveis para o processo econômico, principalmente, aqueles que são necessários numa época qualquer.

Torna-se assim, de suma importância avaliar as relações dos elementos espaciais, de modo a se compreender como estes conjuntos atuam no *devoir*. No momento em que a visão da maior mineradora do país afirma sua paixão pelas pessoas e pelo planeta, não se observa esta efetiva consideração aos atingidos pelos seus projetos, logo, demonstra uma inverdade. Os recursos naturais, da qual apresentam uma visão de transformação e prosperidade, pode até estar ocorrendo, mas não no Brasil.

Entramos assim em questões fundamentais para a economia ecológica, sendo: *escala sustentável, distribuição justa e alocação eficiente*. Conforme Mota e Barcelos (2018) há uma melhora considerável nos índices de IDH-M dos municípios com base mineral, em comparação com seus municípios vizinhos, dando uma sensação de melhor alocação. Todavia, a desigualdade, medida pelo índice de GINI, são bastante elevadas, acima até da média nacional, nestes municípios de base mineral. Neste momento já encontram problemas estruturais quanto à *distribuição justa* e a *alocação eficiente*. Compreendem que aumenta a renda *per capita*, mas este aumento está inversamente proporcional às igualdades sociais, em outras palavras, as rendas de alguns sobem, enquanto que a maioria se mantém em situações precárias. Importante salientar que neste levantamento, os autores observaram que apesar do CFEM nos municípios do Pará ser mais expressivos, os municípios com base mineira de Minas Gerais apresentam melhores condições macroeconômicas e que estas atividades apresentam características de economias de enclave.

A mineração no Brasil pode ser apresentada no arcabouço da teoria dos polos de crescimento, que conforme Santos (2014b, p. 166), não perdeu o prestígio, pois “os problemas de distribuição de recursos e da organização espacial são inseparáveis”. Todavia, conforme apontado acima, o problema desta teoria é sua preocupação com “[...] o espaço de alguns poucos

e não com o espaço de todos”, lembrando inclusive da teoria de dependência nos moldes da CEPAL (SANTOS, 2014, p. 166).

Considerar que o IDH-M é suficiente para afirmar melhoras estruturais exclui aqueles em que estão fora do sistema, como aponta o índice de GINI. Quando se lê relatórios em defesa da mineração, observamos que apenas o IDH-M é citado, algo que merece atenção. Dessa forma:

A dicotomia entre espaço geográfico e espaço econômico, apresentada como uma limitação metodológica, na realidade constituiu muito mais um obstáculo à análise espacial. Apesar de evidente, a relação entre a estrutura monopolista da produção e fenômenos tais como a macrocefalia, as periferias empobrecidas ou o êxodo rural seria melhor analisada sob uma perspectiva multidisciplinar do espaço concreto, ainda multidimensional e comunal, composto pelo espaço empresarial, institucional e público (SANTOS, 2014b, p. 167).

Quanto ao espaço econômico, vale retornar a Georgescu-Roegen (2014, p. 126), por constatar que dentro da oferta e demanda, bem como suas formulações de preço em mercados competitivos, seria um bem exíguo. Devemos entender que este tipo de bem reflete os valores de forma conveniente, no caso da mineração, sabe-se o preço da terra para baixo (recursos minerais), desconsiderando as riquezas acima da terra (serviços e funções ecossistêmicas). Não são levados em consideração os custos do esgotamento dos recursos, e é exatamente este o problema com os recursos não renováveis. Consequentemente, a “cada geração pode utilizar tantos recursos terrestres e produzir tanta poluição quanto sua oferta decidir. As gerações futuras ficam excluídas do mercado atual pela simples razão de não poderem estar presentes” (GEORGESCU-ROEGEN, 2014, p. 126).

Isto posto, as barragens de rejeitos de mineração apresentaram para estas gerações futuras *rugosidades espaciais*. As *rugosidades espaciais*, conforme Santos (2012, p. 173), consiste no “[...] espaço construído, o tempo histórico que se transformou em paisagem, incorporado no espaço”. Elas representam aquelas distorções temporais, entre o novo e o velho, que conforme o autor é manifestado “[...] localmente por combinações particulares do capital, das técnicas e do trabalho utilizado” (SANTOS, 2012, p. 173).

Ribeiro (2017, p.154) ao analisar o espaço herdado, ou seja, a *rugosidade espacial* compreende no resultado de anos de trabalho transformando a natureza, esbarrando em barreiras da visão hegemônica. As barragens no *devir* serão o velho, que estarão sujeitas as mais diversas variações, com probabilidades de risco cada vez mais elevadas. Estas probabilidades de risco são o motivo por utilizarmos o conceito de tragédia, devido ao fato de que em um dado momento no tempo, elas tendem a se deteriorar por ação das leis da física. Por estas questões,

a economia ecológica analisa a questão da *escala sustentável*, pois, mesmos com limites e dificuldades de mensuração, leva em consideração a sua totalidade. Assim, os objetos geográficos, barragens de rejeito, influenciam os momentos subsequentes da produção afetando questões sociais e ambientais.

[...] de um ponto de vista social, o espaço tem rugosidades e não é indiferente às desigualdades de poder efetivamente existentes entre instituições, firmas e homens. Todavia, o próprio fato de que as teorias espaciais e os seus derivados (...) em geral ignoram as estruturas sociais leva a que não se preocupem com os processos sociais nem com as desigualdades sociais. Acabam, simplesmente, por ignorar o homem. Por isso tais proposições não chegam a ser teorias, não passando de ideologias impostas ao homem com o objetivo de abrir caminho à difusão do capital (SANTOS, 2012, p. 105)

Ribeiro (2017, p. 148) afirma que "a mobilidade social é necessária enquanto existirem grandes desigualdades". Assim a teoria neoclássica que conquistou o mundo desde a revolução industrial continua se impondo no espaço geográfico, ignorando o ser humano, afinal, somos todos iguais por natureza. Nesse caso, compreendemos que cada indivíduo tem habilidades diferentes, todavia, não justifica algumas estarem em situações tão desiguais, visto que enquanto algumas passam fome, outras consomem conspicuamente. Este consumo conspícuo, por justiça distributiva, deve ser sobretaxado, não apenas dado à riqueza em si, mas devido aos recursos naturais não renováveis, pautado na lei da entropia.

Dentro desta teia complexa de relações, os três pilares da economia ecológica vêm sendo desconsiderados e os métodos científicos, em muitos dos casos são contaminados por ideologias que possuam apenas um objetivo - a difusão do capital. Ao se levar em conta a *rugosidades espaciais* que as mineradoras deixarão para as futuras gerações e percebendo que hoje se observa crescimento, mas não desenvolvimento nos municípios de base mineral, torna-se crucial políticas públicas mais inclusivas com objetivo de reduzir estas desigualdades. Portanto:

Chamaremos de rugosidade ao que fica do passado como forma, espaço construído, paisagem, o que resta do processo de supressão, acumulação, superposição, com que as coisas se substituem e acumulam em todos os lugares. As rugosidades se apresentam como formas isoladas ou como arranjos. É dessa forma que elas são uma parte desse espaço-fator. Ainda que sem tradução imediata, as rugosidades nos trazem os restos de divisões do trabalho já passadas (todas as escalas da divisão do trabalho), os restos dos tipos de capital utilizados e suas combinações técnicas e sociais com o trabalho (SANTOS, 2017, p. 140).

Ao se pensar nas rugosidades dos complexos minerários, observamos basicamente todos os elementos apresentados acima. As barragens em si são formas isoladas, que pertencem aos arranjos minerários mais complexos (instalações, cavas, infraestrutura, entre outros). Dentro

deste processo de supressão, acumulação e superposição ligam todos os elementos espaciais, tanto no momento presente como no futuro. O espaço construído já foi estabelecido, modificando a paisagem dentro de formas produtivas modernas. Portanto, algumas variáveis “[...] resultam e fluxos atuais, outras provêm de fluxos antigos, já transformados no próprio lugar” (SANTOS, 2012, p. 259).

Santos (2017, p. 140) adiciona que no “[...] tempo atual, os restos do passado constituem uma espécie de escravidão das circunstâncias anteriores”, algo que ele considera como “inércia dinâmica do espaço”. Nessa direção, Ribeiro (2017, p. 154) acrescenta que “[...] tamanha materialidade tem uma inércia espacial que dificulta alterar, rapidamente, a injustiça ambiental”. Logo, a distribuição justa deve estar atrelada a essa noção, afinal, dado a essa inércia espacial carece de mecanismos mitigadores, buscando alternativas para as mais diversas injustiças ambientais nos territórios.

Para exemplificar este conceito, podemos pensar nas grandes metrópoles, visto que a cada dia se instalam projetos cada vez mais modernos e tecnológicos, ficando diversos outros herdados de outros momentos da história. A rugosidade para Santos (2014, p. 75a) representa “[...] formas remanescentes dos períodos anteriores” no qual a sociedade deve sempre considerar no momento de impor novas funções. Continua afirmando que a rugosidade pertence a uma espécie semipermanente que invariavelmente irá afetar a evolução das funções futuras. Afinal, conforme Santos (2012, p. 174) “o homem trabalha sobre herança”, na qual, podemos concluir com a seguinte reflexão, vejamos: “[...] somos levados a nos perguntar a respeito da relação histórica entre o espaço e a sociedade global”.

Desse modo, devemos indagar sobre as constituições das normas do espaço, as formas da sua efetiva ocupação do território, até a sucessão e transformação dos modos de produção, por um olhar que apresente o curso da história e “[...] os mecanismos efetivos da sociedade”, nos quais “[...]somos levados também a nos indagar sobre qual foi o papel do espaço no processo social” (SANTOS 2012, p. 174-175).

3.3. MINERAÇÃO E BARRAGENS DE REJEITO: ESTRUTURA, PROCESSO, FUNÇÃO E FORMA

Quando se leva em consideração a relação histórica entre o espaço e a sociedade, torna-se importante compreender a *estrutura, processo, função e forma*, dentro das *estruturas espaciais* e *elementos espaciais*, para posteriormente, compreendermos como se relacionam

com os *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*. A mineração, enquanto buscarmos a compreensão do seu modelo pelo prisma da *totalidade espacial*, necessitaremos desses filtros, afinal, tratamos o tema por duas temporalidades, curto prazo e *de vir*.

O primeiro tópico a ser avaliado é a *estrutura*, que “[...] implica a inter-relação de todas as partes de um todo; o modo de organização ou construção” (SANTOS, 2014a, p. 69). É comum encontrar análises espaciais que levam em consideração apenas a estrutura econômica. Esta visão é hoje reforçada pela economia neoclássica e sua obsessão pelo crescimento (*growthmania*), bem como, seu fluxo circular da renda. É possível perceber que nesta linha de pensamento (neoclássico) a estrutura está incompleta, por considerarem apenas a estrutura econômica, não conseguem as “[...] inter-relações de todas as partes de um todo”, ou seja, sua *totalidade espacial* (SANTOS, 2014a, p. 69).

A *growthmania* deve ser reorganizada e repensada, considerado que o fluxo circular apresenta incompatibilidade com a estrutura do espaço geográfico. Para Ribeiro (2017, p. 153), o fato de o espaço geográfico ter sido “[...] apropriado pelo sistema capitalista de produzir necessidades humanas”, contribuiu para reforçar o modelo hegemônico. Todavia, vale reforçar que:

[...] a exemplo de Malthus, se eles procuravam provar a impossibilidade do crescimento, foram vítimas de um simples silogismo atualmente muito propagado, ainda que falso: uma vez que o crescimento exponencial num mundo finito conduz a desastres de todos os tipos, a salvação ecológica reside no estado estacionário. H Daly chega a proclamar que a economia estacionária é, por essa razão, uma necessidade” (GEORGESCU-ROEGEN, 2013, p. 111)

No modelo do fluxo circular da renda mais básico de uma economia fechada e sem governo (Figura 2.10), observamos que existem as firmas e as famílias (sociedade). Estes elementos espaciais estão relacionados aos mercados de bens e serviços e mercados de fatores, trazendo um fluxo para a renda, dado a oferta e demanda dos fatores. Esta estrutura econômica, mesmo em seus modelos mais complexos, como a economia aberta e com governo (Figura 2.11), desconsidera outros elementos espaciais, como o sistema ecológico.

Logo, o *metabolismo socioambiental* é totalmente desconsiderado dentro dos fluxos neoclássicos. O exemplo da exploração mineral, de petróleo a minério, demonstra a contradição inerente a esta estrutura. Ambos apresentam características de finitude, logo, não sendo possível o crescimento perpétuo (*growthmania*).

A própria física mecânica nasce com objetivo de se buscar máquinas que possuíssem energia em modo perpétuo, sendo que esta meta nunca foi alcançada. Na termodinâmica, mais

precisamente na lei da entropia, é que se observa essa impossibilidade. Portanto, é importante a compreensão do metabolismo socioambiental, do qual Veiga (2015, p. 19) divide os aspectos fundamentais da existência humana em dois blocos. O primeiro relaciona-se ao metabolismo regulado “[...] por leis naturais que governam os vários processos físicos envolvidos”. O segundo, refere-se às normas institucionalizadas “[...] que governam a divisão do trabalho, a distribuição de riqueza, etc.”. Logo, arranjos naturais e físicos interagem com a ação humana, criando trocas energéticas e materiais, dado a questão entrópica.

Analisando o espaço sob subordinação da lógica econômica, Santos (2012, p. 182) lança a pergunta: “pode a economia funcionar sem uma base geográfica”? Adicionamos a esta questão se é possível a economia funcionar sem as bases ecológicas e físicas? Santos (2012) é taxativo quanto à primeira pergunta, produzindo um *não* bem sonoro. O mesmo vale para a segunda pergunta, afinal, sem estas bases a humanidade sequer existiria. Isto se dá, conforme o autor, devido ao fato de que “[...] muitos economistas e tantos outros cientistas sociais somente falam do espaço dentro dessa acepção estreita e errada” (SANTOS, 2012, p. 182).

Desta forma, parafraseando Montibeller (1999, p. 205), é necessário examinar a mineração e suas barragens pela perspectiva de curto prazo e *devir*, considerando a disponibilidade de materiais, as fontes de energia e sua relação com a natureza e sociedade. Em outras palavras, deve-se examinar o modo de organização ou construção do espaço geográfico.

O IBRAM (2016, p. 45) destacou a importância da mineração para o mundo moderno, que foi sinalizada no documento, *O futuro que queremos*, da RIO + 20, apresentando o seguinte resumo:

- 1) Importância dos minerais e dos metais para a economia mundial e para as sociedades modernas, particularmente para os países detentores de recursos minerais e os em desenvolvimento;
- 2) O direito soberano dos países na exploração e no aproveitamento desses seus recursos de acordo com suas prioridades nacionais;
- 3) A responsabilidade que têm de conduzir essas atividades maximizando os benefícios sociais e econômicos, bem como de enfrentar os impactos ambientais e sociais negativos que delas possam decorrer;
- 4) A forte demanda aos Governos quanto à capacidade para desenvolver, administrar e regular as indústrias de mineração de seus países no interesse do desenvolvimento sustentável;
- 5) A importância de estruturas legais e regulatórias, de políticas e práticas sólidas e efetivas para a mineração que tragam benefícios econômicos e sociais e incluam salvaguardas que reduzam os impactos ambientais, bem como conservem a biodiversidade e os ecossistemas, inclusive no pós-fechamento das minas.

É indiscutível a importância dos minerais para a economia moderna, todavia, não se percebe uma política de soberania nacional com relação a estas riquezas. Não diferente de outras épocas da história do Brasil, continuamos a aceitar passivamente que nossas riquezas

sejam repassadas a preço de banana³². Este custo entra na terceira questão apontada no relatório, pois não são contabilizados os passivos ambientais e do sofrimento social em quaisquer perspectivas temporal que utilizemos. Consequentemente, a demanda para o desenvolvimento fragiliza instituições a uma regulação fraca, na qual o desenvolvimento sustentável é bastante questionável. Por fim, é um grande desafio ter posse de estruturas legais e regulatórias tão fragilizadas que pratiquem e tragam benefícios econômicos para a sociedade e que, posteriormente ofereça mecanismos de conservação da biodiversidade e ecossistemas. Desse modo, o plano de fechamento de mina, pela perspectiva secular é uma incógnita jurídica, dado a *rugosidade espacial* desta atividade.

Observamos que a estrutura mineral apresenta elevados investimentos, visto que na Figura 3.6 apresenta a evolução dos investimentos no setor mineral, no qual observamos que a partir do ano de 2012-2016 teve início uma retração. A Figura 3.7 demonstra para quais Estados são concentrados os investimentos da mineração, sendo que no ano de 2016, 41,80% foi destinado para Minas Gerais e 21,93% para o Pará, constituindo os dois principais polos minerais do país.

Figura 3.6 - Investimento no setor mineral de 5 em 5 anos.

Fonte: IBRAM (2016, p. 46).

Figura 3.7 - Porcentagem de investimentos nos principais Estados.

³² O preço de banana é uma expressão popular para indicar que um determinado produto está muito barato. No caso do minério, tudo leva a crer que vendemos abaixo do preço de banana, afinal, somos tomadores de preços, ou seja, o preço é definido pelo mercado. Uma sugestão para pesquisas futuras é comparar o preço da tonelada da banana com os preços dos diversos tipos de minérios. A nossa hipótese é que os minérios são vendidos bem abaixo do preço de banana, ou seja, representa um espólio autorizado pelo Estado e amplamente aceito pelo mercado.

Fonte: IBRAM (2016, p. 46).

Quanto ao *processo*, Santos (2014a, p.69) define como: “[...] uma ação contínua desenvolvendo-se em direção a um resultado qualquer, implicando conceitos de tempo (continuidade) e mudança”. Após os crimes corporativos da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019), o processo, via elemento espacial das instituições, trouxe novos arranjos, como: a portaria DNPM nº 70.389/2017 e a criação do Sistema Integrado de Gestão de Segurança em Barragens de Mineração (SIGBM). Desse modo, necessitamos compreender o processo para o tratamento de minério, iniciando da lavra ao produto final, bem como os rejeitos da operação (Figura 3.8). Neste movimento, observamos uma ação na busca por resultados de segurança, dado a uma mudança, o acidente em si. Isto corre devido o tempo estar em movimento, ou seja, existe um processo entre o espaço e o tempo, que merece destaque nas análises para a compreensão da *totalidade geográfica*.

Figura 3.8 - Fluxograma típico de tratamento de minério.

Fonte: Luz; Lins (2004, p. 5).

Diante disso, observamos um crescente custo de energia, escassez dos recursos hídricos, exigências legais mais exigentes (ao se pensar no ambiente natural no atual contexto, até quando?), e depósitos minerais cada vez mais pobres e de extração complexa. Torna-se fundamental uma discussão mais aprofundada sobre o tema, principalmente quando se tratam da *rugosidade espacial* que será deixado para as futuras gerações, em seu sentido mais amplo, os passivos ambientais e os *passivos do sofrimento social*.

Ferreira, et al. (2015) quando analisam o ocorrido na mineradora Samarco S.A., que extraia minério de ferro, explicam elementos técnicos relacionadas a este processo. Sabemos que o ferro é o minério mais utilizado no mundo, sendo este de fundamental importância para a sociedade moderna, como a conhecemos, sendo insubstituível dentro dos processos industriais (Figura 3.9).

Figura 3.9 - Principais volumes de bens minerais no Brasil.

BENS MINERAIS	VALORES EM TONELADAS
Agregados Construção Civil	673.000.000
Minério de Ferro	400.000.000
Bauxita	32.000.000
Alumínio Primário	962.000
Fosfato	6.800.000
Potássio Concentrado	460.000
Zinco Concentrado	250.000
Cobre	219.000
Liga de Nióbio	80.000
Níquel contido	80.000
Ouro	80

Fonte: IBRAM (2016, p.48).

Na extração do minério de ferro “é utilizado o sistema de flotação catiônica reversa, que ocorre em pH alcalino (entre 10 e 10,5). Durante este processo de precipitação do minério de ferro utilizasse amido, enquanto a flotação do material restante na ganga (rejeito) é promovida pela adição de aminas” (FERREIRA, et al., 2015, p. 136).

Após o rompimento da barragem de rejeitos, houve um impacto direto “[...] na qualidade e disponibilidade da água, vegetação ripária, fertilidade e microbiota do solo”. Portanto, continuam os autores, esse impacto está relacionado “[...] tanto pelo acúmulo de sedimentos, quanto pela sua toxicidade (em especial devido à presença de aminas, que elevaram o pH da água e do solo)” (FERREIRA, et al., 2015, p. 136).

É importante realçar que o processo de extração do minério pode seguir diversas etapas ao longo da sua cadeia produtiva (Figura 3.10), a depender de sua qualidade. “Minérios de alto teor normalmente são submetidos a etapas de comunicação e classificação”, em contrapartida os minérios de menor teor “é necessária sua concentração, o que eleva os custos operacionais do processo” (FERREIRA, et al., 2015, p. 139).

Ao se pensar pela perspectiva da economia ecológica, percebemos a necessidade de se compreender os *recursos de fluxo de estoque* e os *recursos de fundo de serviços*, afinal, dentro deste processo de fluxo entrópico (*throughput*), são adicionados as matérias e energia em seu metabolismo.

Figura 3.10 - Cadeia produtiva da extração mineral.

Fonte: IBRAM (2016, p. 58).

O antigo DNPM, hoje, ANM considera que o ciclo de vida de uma barragem se dá em quatro estágios: projeto, construção, operação e desativação. Este trabalho irá concentrar na desativação, na qual vale citar um trecho da lei 12.334/2010 em seu

Art. 17º: III - organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, **quando couber**, à desativação da barragem (grifo nosso).

A expressão *quando couber* apresenta já na própria lei problemas no processo, afinal, quem decide sobre este tema? O Art.4º do PNSB afirma que:

A segurança de uma barragem deve ser considerada nas suas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros; (...) III - o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la

Desta forma, Franca (2014, p. 29) apresentou os critérios para desativação das barragens, no qual, por sua vez buscamos dois processos centrais.

1) Processo de descaracterização: (1) que busca a eliminação do lago com preenchimento do volume residual com estéril/solo; (2) eliminação da barragem e dos sedimentos depositados (retirada de todo o maciço e limpeza do reservatório); (3) transformação da barragem em pilha de estéril.

2) Processo de adequação: (1) redimensionamento do vertedor para vazões decamilenares ou de PMP (precipitação máxima provável) ou elevação do *freeboard*; (2) adequação do maciço para evitar o galgamento; (3) manutenção do lago e consequentemente da instrumentação e do monitoramento hídrico por tempo indeterminado.

No processo de descaracterização a solução é a eliminação do lago com o preenchimento do seu volume residual. A barragem desta forma deixa de ser uma barragem de rejeitos, e passa a ser uma barragem de estêreo, com menores riscos, estando ligado ao terceiro item.

Já o processo de adequação, chama a atenção o item (3), que apresenta o monitoramento por tempo indeterminado. Todavia, conforme a legislação é de responsabilidade do empreendedor a segurança da barragem. Mas a pergunta que fica é: quando pensado na perspectiva temporal do *devir*, será que existirá o empreendedor? Sem este, quem ficará responsável por este monitoramento? A União está preparada?

É importante destacar que para compreender o processo mineral podemos contar apenas com os recursos insubstituíveis e não renováveis aos quais vários minerais já foram esgotados em diversos territórios. Atualmente, minerais importantes como o chumbo, o estanho, o zinco, o mercúrio, os metais preciosos são escassos no mundo inteiro, ou seja, devido à ação do tempo as mudanças ocorrem. No caso da mineração, o resultado é inevitavelmente sua escassez e seus passivos ambientais no *devir* (GEORGESCU-ROEGEN, 2013).

A *função* pela lógica de Santos (2012a, p. 69), “[...] sugere que uma tarefa ou atividade esperada de uma forma, pessoa, instituição ou coisa”, acrescentando que a função está diretamente ligada à sua forma, na qual “[...] a função é a atividade elementar de que a forma se reveste”. A *forma*, para Santos (2012a, p. 69), é “o aspecto visível de uma coisa”. Refere-se, ademais, ao arranjo ordenado de objetos, a um padrão. É importante ressaltar que “[...] tomada isoladamente, temos uma mera descrição de fenômenos ou de um de seus aspectos num dado instante do tempo”, algo que se deve evitar (SANTOS, 2012a, p. 69).

Destarte, devemos compreender que:

Os empreendimentos do setor mineral possuem um ciclo de vida útil, e após este período muitas instalações são abandonadas sem nenhum processo de descomissionamento e de reabilitação de áreas degradadas, em função dos custos elevadíssimos deste processo, bem como em razão da falta de aspectos legais que disciplinam a fase de desativação dos empreendimentos do setor (TONIDANDEL, et al., 2012, p. 35).

Tonidandel, et al. (2012, p. 39), concluem que ao se verificar ao longo do tempo, há funções e formas de práticas predatórias por parte dos empreendedores. Isto se dá por provocarem “[...] significativas alterações do ambiente natural, deixando um legado para as

gerações futuras de minas abandonadas sem dispositivos de monitoramento e controle ambiental”. Desse modo, para equalizar este problema, Sánchez (2013, p. 46), em seu guia para fechamento de mina, apresenta os cenários que se devem considerar pós-fechamento:

- 1) Cuidado permanente: quando se requer a presença da empresa para executar as ações necessárias para se atingir os objetivos de fechamento e que podem perdurar por vários anos, sendo a situação mais citada a operação de sistemas de tratamento de águas ácidas proveniente de pilhas, barragens e lagos de cavas. Este cenário também é conhecido como de *cuidado ativo*;
- 2) Cuidado temporário ou transitório: quando as ações necessárias se restringem às tarefas como inspeções, monitoramento ambiental e geotécnico, serviços de reparação de sistemas de drenagem, de manutenção de áreas revegetadas e outros, e podem ser inteiramente conduzidos durante a etapa pós-fechamento. Este cenário usualmente requer ações episódicas ou poucas visitas à área, mas pode requerer vigilância contínua. Os sistemas conhecidos como de *tratamento passivo* – a exemplo de alagados para controle de drenagem ácida e de atenuação natural, barreiras reativas e outras medidas de remediação de áreas contaminadas são muitas vezes denominadas de *cuidado passivo*.

Apesar da importância, não se observa elementos que visem garantir o bem-estar das gerações futuras (perspectiva de *devir*). O cuidado ativo considera que a empresa manterá suas atividades, desconsiderando aquelas que podem no futuro, declarar falência, ou ser incorporadas, ou simplesmente mudar sua razão social.

Ribeiro (2010, p. 75) considera que existem movimentos que visam a “[...] regulação da ação humana na Terra”, na qual as convenções do meio ambiente têm seu principal pilar, apesar de sua grande complexidade política. Nessa linha Sánchez (2013, p. 46), afirma que no cenário de cuidado permanente “[...] deve resultar no compromisso contratual ou legal de transferência de responsabilidade”.

Todavia, na perspectiva secular (*devir*), aparentemente esta transferência irá recair para a sociedade, em outras palavras, o passivo ambiental será redistribuído a cada membro da sociedade, pois, sabemos que o atual processo mineral vem neste sentido. Isso se dá pelo fato de ser um recurso finito, com uma vida útil definida, necessitando de ações deliberadas para a minimização dos passivos ambientais, cujo saída do processo, são os rejeitos de alta entropia.

O cuidado temporário ou transitório, e seu tratamento do passivo apresentam medidas de mitigação de curto, médio e longo prazo. Tem como *função e forma* “a transferência de custódia uma vez que o novo responsável não herdará obrigações significativas de cuidado da área” (SÁNCHEZ, 2013, p. 46). Todavia, apesar do autor reforçar a importância de estabelecimento de critérios, não se observa como estes critérios alocariam perspectivas temporais mais longínquas (*devir*).

Destarte, ao avaliar os impactos do rompimento da barragem de fundão, Sánchez, et al. (2018, p. 25), apresentam algumas recomendações pertinentes sobre este problema (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Ações recomendadas em relação à sustentabilidade e a resiliência da mitigação.

PRÉ REQUISITOS	RECOMENDAÇÕES
Considerar os impactos cumulativos das atividades humanas em um contexto de paisagem terrestre/marinha.	Elaborar uma avaliação ampla dos impactos do rompimento da barragem e levar em consideração – em relação a cada componente social e ambiental valorizado e relevante – a linha de base em algum momento no passado (antes do rompimento) e as tendências relativas ao estado dos componentes valorizados.
Adotar uma abordagem multiescalar e multitemporal para guiar as ações de mitigação.	
Avaliar os resultados das ações de mitigação de forma integrada.	Realizar uma avaliação integrada dos resultados dos programas de mitigação.
Avaliar a sustentabilidade e a resiliência dos resultados da mitigação.	Identificar ameaças à sustentabilidade e à resiliência dos resultados de mitigação e saná-las.
Levar a mudança climática em consideração.	Rever os modelos regionais de mudança climática e propor melhorias nos programas de mitigação para sanar os elementos que apresentam riscos aos resultados.
Disponibilizar dados e informações acessíveis a um público mais amplo.	Desenvolver e implementar um plano de compartilhamento de dados e informações.
Recorrer às lições aprendidas e divulgá-las.	Iniciar e manter ações para reunir e divulgar informações e conhecimentos relevantes.

Fonte: Adaptado de Sánchez, et al. (2018, p.25).

Barbosa, et al. (2015) destacou algumas questões ao se pensar na *função e forma* do crime corporativo da Samarco S.A. afetando diversos elementos espaciais. Para mitigar este problema, iniciou sua análise considerando que o lucro da empresa nos últimos 2 anos foi de US\$1.245 bilhão. Durante e após o crime, foram estabelecidas para as ações emergenciais na ordem dos 150 milhões, com uma “[...] proposta de formação de um fundo de US\$20 bilhões, ao longo de 10 anos”, que só surgiu devido à ação do judiciário (BARBOSA, et al., 2015, p. 162).

Esta quantia visa à mitigação e recuperação dos *elementos espaciais* atingidos, todavia, há muita controvérsia neste sentido. Algo que vem ocorrendo durante todo esse imbróglio jurídico são as ameaças constantes das mineradoras para com os municípios e as possibilidades de prescrição das causas, ou o seu protelamento até as últimas instâncias. Muitas famílias afetadas pela Samarco S.A., por não conseguirem uma solução na justiça brasileira, estão

apostando nos acordos pela justiça internacional (inglesa), já que no Brasil observamos um descaso do Estado para com estas pessoas.

Para Barbosa, et al. (2015, p. 162), “tudo isso junto é bastante complexo e faz deste desastre o melhor atestado da falência do sistema de gestão vigente no país [...]”. O autor propõe um sistema moderno e eficiente de governança dos recursos naturais, apesar de não detalhar, “este sistema permitiria ações integradas nos níveis local, regional e nacional dos diferentes atores envolvidos direta e indiretamente neste desastre” (BARBOSA, et al., 2015, p. 162)

Algumas firmas, hoje, já compreendem que seu crescimento depende da preservação ambiental considerando a poluição um desperdício econômico. Entretanto, as indústrias minerais, em muitos casos apresentam *dumping* ecológico³³, pois em momentos de crise como ocorrida em Mariana buscam a judicialização e terceirização de suas responsabilidades. Isso exige instituições fortes para impor a estas empresas a adoção de alternativas menos degradantes. Em momentos de colapso estas instituições devem zelar pelo interesse da sociedade, algo que não se verifica na prática. Observamos ainda que em muitos dos casos, as grandes empresas deste setor fazem ‘além’ do exigido legalmente, possuindo diversos programas e certificações ambientais de elevados custos operacionais, mas em momento de crise fogem das suas responsabilidades.

Portanto, é importante resgatar as propostas de Georgescu-Roegen com relação aos *recursos de fluxo de estoque* e *recursos de fundo de serviços* que estão contidos nas *estruturas, processos, funções e formas* do espaço geográfico. Devemos lembrar que os *recursos de fluxo de estoque* são aqueles recursos do *capital natural* que são transformados nos produtos finais. Logo, o fator tempo para os *recursos de fluxo de estoque* são irrelevantes, pois depende das decisões humanas da quantidade a ser utilizada – a depender dos fatores tecnológicos. Estes *recursos de fluxo de estoque* se esgotam, o que torna imprescindível sua utilização com parcimônia para evitar pioras quantitativas e qualitativas para as gerações futuras. A mineração por si, só consta como recursos de fluxo de estoque, dado seu caráter não renovável, no qual sua extração (desconsiderando a capacidade tecnológica), dependem unicamente da demanda. Portanto, deve ficar claro que se houvesse a opção de extrair toda uma montanha de minério em apenas um dia, caberia a humanidade, ou a uma parcela dela, definir o ritmo de extração.

³³ O *dumping* empresarial acontece quando uma determinada firma reduz os seus preços abaixo do preço de custo, e que por ter um bom fluxo de caixa, consegue trabalhar por alguns meses com prejuízo buscando aniquilar seus concorrentes. Após a concorrência não conseguir se manter no mercado, devido à prática de preços desleais, a firma aumenta o seu preço acima da média para compensar os momentos de prejuízo. O *dumping* ecológico advém dessa ideia, ao qual, as empresas conseguem reduzir seus custos devido à fragilidade das leis ambientais de um determinado país, tornando a competição desleal e afetando substancialmente determinados territórios com relação à poluição e desperdício de natureza.

Já os recursos de fundo de serviço diferentemente do primeiro tema, são aqueles recursos que se desgastam e não se esgotam. Logo, possuem relação direta com o tempo, pois estão incorporadas nos produtos/serviços que estão em circulação no mercado. Devemos lembrar que os *recursos de fundo de serviços* não podem ser armazenados, pois, seus serviços são produzidos a taxas fixas (*ceteris paribus*). Ao se pensar a questão mineral nesta análise, os trabalhadores, bem como os *serviços ecossistêmicos* são aqueles que apresentam características de *recursos de fundo de serviços*, pois não são transformados e se desgastam com a ação do tempo, sem a possibilidade de armazenamento. Um resumo da proposta que se pretende adentrar é apresentado na Figura 3.11.

Figura 3.11 - Recursos de fundo de serviços e recursos de fluxo de estoque pelo espaço e tempo geográfico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O espaço e tempo geográfico estão ligados aos *recursos de fluxo de estoque* e aos *recursos de fundo de serviços*, em que a *estrutura*, *processo*, *função* e *forma*, auxiliam na compreensão com relação aos níveis de desgaste, esgotamento, bem como a noção referente ao tempo. A *estrutura*, conforme já exposto, é referente à relação de todas as partes, apesar da concentração atual, apenas ocorrer na estrutura econômica. Se for considerada apenas a estrutura econômica, não é possível compreender a totalidade, dado que, se o objetivo for apenas o lucro, os *recursos de fluxo de estoque* serão esgotados rapidamente. Isto impacta nos *recursos de fundo de serviços*, entre os quais, após a escassez dos estoques, os trabalhadores estarão sem emprego, com a degradação das *funções e serviços ecossistêmicos*. Portanto, isso

impacta diretamente no consumo, renda, arrecadação, entre outros pontos micro e macroeconômicos, demonstrando que corrói por completo a estrutura econômica do crescimento perpetuo, dado que os estoques são finitos e estão atrelados a lei da entropia.

Outro fundo de serviços afetado diretamente nessa estrutura econômica são as *funções e serviços ecossistêmicos*. Estes, dado a depleção do sistema natural para extração dos estoques, são diretamente afetados. Por conseguinte, torna a vida humana ainda pior, o que reforça que uma análise pela estrutura econômica consiste em um erro crasso. Buscamos dentro de esta estrutura produzir necessidades humanas, todavia, notamos que esta estrutura é incapaz de perpetuar o presente modelo de consumo. O nível de desgaste e esgotamento quando atinge um determinado limite podem sobrecarregar a *capacidade de suporte* terrestre, colocando toda a história da evolução humana em xeque.

Quanto ao *processo*, é recomendado lembrar como “[...] uma ação contínua desenvolvendo-se em direção a um resultado qualquer, implicando conceitos de tempo (continuidade) e mudança” (SANTOS, 2014a, p. 69). Apesar dos *recursos de fluxo de estoque* não estarem atrelados ao tempo, o seu processo está. As decisões dos ritmos de extração apresentam um movimento, que modifica o espaço, principalmente quando se pensa nas *rugosidades espaciais*. Devido às questões tecnológicas o nível de esgotamento tem um determinado ritmo, algo que influencia na compreensão da totalidade. Os *recursos de fundo de serviços* são os que mais são impactados pelos processos. Desse modo, tanto os trabalhadores como os *serviços e funções ecossistêmicos*, além da população, são influenciados pelos empreendimentos.

Observamos que nas empresas de mineração o ritmo está cada vez mais acelerado, causando sérios transtornos aos seus trabalhadores, dado a constante pressão. Esta pressão tende a ocasionar acidentes, como no caso da barragem de Fundão e B1, afetando diversos ecossistemas. Estes ecossistemas, por sua vez necessitam de um tempo para retornarem as suas funções e serviços (capacidade de resiliência).

Por fim, as populações são afetadas, sendo: a água que era dose torna se insalubre; o ar que era puro, agora é carregado; o alimento que era abundante, agora é escasso; o abrigo construído, não se sustenta; a segurança para com o futuro, agora é despedaçada. Quando colocamos ênfase na estrutura econômica, fica nítido um processo parecido com o *efeito derrame*, pois, além de impactar os *recursos de fundo de serviços e fluxo de estoque*, também afeta diretamente as populações nas mais variadas perspectivas temporais, desconstruindo a própria democracia.

A *função* e a *forma* estão diretamente relacionadas a uma tarefa ou atividade, ou a o que se pode ver, respectivamente. Os *recursos de fluxos de estoque* apresentam uma *função* importante para a sociedade contemporânea, dado que praticamente tudo apresenta minérios em suas composições. Existem nesta função, diversos processos, dentro da estrutura, que estão longe dos olhares da população comum (*forma*).

Ao pensarmos dentro da cadeia de produção podemos exemplificar com o notebook o qual escrevo este texto, visto que não torna se possível compreender claramente as atividades ligadas do processo que compreende desde a extração até a transformação. Os *recursos de fundos de serviços* estão relacionados a esta *função e forma*, pois, a depender da estrutura e do processo escolhido, haverá maior ou menor impacto nas pessoas e ecossistemas. Algo que influenciará a decisão humana, e sua ação, quanto a esta *estrutura, processo, função e forma* está ligada ao risco em que se pretende trabalhar.

Diante de todo o exposto ao longo deste texto, buscamos dentro da geografia humana, personificada nas obras de Milton Santos, bem como da economia ecológica, valendo-se principalmente da obra de Nicholas Georgescu-Roegen, analisar a questão mineral, cujo objeto central são barragens de minério, e seus respectivos riscos, dentro de dois cenários temporais. Verificamos uma correlação entre estas escolas, ainda pouco exploradas, em que Georgescu-Roegen (2013, p. 78) informa que o seu objetivo, excluindo qualquer outro, dado as questões energéticas e materiais necessárias para a existência humana, consiste em “[...] chegar pelo menos a uma visão global dos problemas ecológicos e a obter algumas conclusões, no mínimo, pertinentes”.

Assim, considerando a existência humana, principalmente quando se leva em conta as gerações futuras; com norte orientador de uma visão de longo prazo (*devir*), indo ao encontro ao objetivo do Georgescu-Roegen, observamos que para se compreender a *totalidade espacial*, os estudos de Milton Santos tornam-se complementares à economia ecológica, e vice e versa. Utilizando dos conceitos e categorias analíticas propostas por Milton Santos, como os *elementos espaciais*, a *rugosidade espacial*, a *totalidade espacial*, e a *estrutura, processo, função e forma*, pode ser fundamental para a economia ecológica, bem como a discussão da questão mineral e futuras soluções.

3.4. OS PILARES DA ECONOMIA ECOLÓGICA PELOS SISTEMAS DE OBJETOS E SISTEMAS DE AÇÕES

Após as abordagens apresentadas ao longo deste subcapítulo, chegamos na última tentativa de construção e solidificação de disciplinas já unidas, mas pouco trabalhadas: geografia humana e economia ecológica. Neste momento, o foco é a definição do espaço, que consiste “[...] em um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações” (SANTOS, 2017, p. 21). Com base nesta proposta será possível fechar este bloco, no qual seu escopo visa continuar várias reflexões da questão mineral considerando seu objeto, barragens de rejeito, dado eventos que podem surgir a qualquer momento no tempo (acidentes ou tragédias). O objetivo continua sendo analisar duas abordagens temporais (curto prazo e *devir*), por uma escala nacional, em que se espera que ao considerar as técnicas e métodos contidos nos pilares da economia ecológica (*distribuição justa, escala sustentável e alocação eficiente*) possamos aprofundar o debate.

Santos (2017, p. 49) define que “[...] a técnica é tempo congelado e revela uma história”, reforçando a complexidade desta ideia, visto que ao se tentar “retraçar o passado” se faz no “momento em que é escrita”. Além disso, o autor acrescenta que “[...] num dado ponto do passado, era, então, presente”, sendo que está “questão continua sendo um pesadelo para os geógrafos” (SANTOS, 2017, p. 51).

Dentro desta perspectiva nos deparamos com um dos maiores desafios da presente pesquisa, afinal, no *devir* (tendência secular), ao observar o presente já escrito e sua história formada, poderemos verificar que as maiores atrocidades da humanidade foram iniciadas neste momento. Os riscos e vulnerabilidades eram claros, mesmo com a complexa tarefa de definição da real *capacidade de suporte* ecossistêmica. Por desconhecer e, havendo um princípio para tal, a opção, concluirão, deveria consistir no princípio da precaução.

Dessa maneira, verificamos a urgência de mudança de modelo econômico, que apesar de quaisquer conquistas que lhes for atribuída, a sustentabilidade torna se central para o futuro da própria economia. Aparentemente, a maioria das firmas ainda não se deu conta deste axioma, e isso reforça o papel das instituições. Dessa maneira, retornamos ao que Santos (2017, p. 29) considera como “[...] a principal forma de relação entre o homem e a natureza, entre o homem e o meio, é dada pela técnica”. A *técnica*, é entendida como instrumentos que a espécie humana utiliza para sua vida, modificando o espaço, sendo “[...] essa forma de ver a técnica não é, todavia, completamente explorada” (SANTOS, 2017, p. 29).

Para Santos (2013, p. 57), as técnicas não possuem a mesma idade, sendo que “[...] pode-se falar do anacronismo de algumas e dos modernismos de outras”, afinal, elas se efetivam em relações concretas. Portanto, para Santos (2017, p. 54), “as técnicas são uma medida do tempo”,

que afeta o trabalho, a circulação, a divisão territorial e a cooperação e, além disso, qualquer não conformidade resulta em prejuízos organizacionais. Assim as técnicas estão hoje no centro do modo de produção, principalmente no tange as questões minerais, intensivas de capital. Uma técnica terá influência em outros momentos da história, e isso reforça a importância das tentativas de análise pela *horizontalidade* e *verticalidade* do espaço temporal proposta no estudo. Destarte, as *rugosidades espaciais* de muitas estruturas minerais já apresentam anacronismo com relação as suas barragens, carecendo de análises mais detalhadas.

Devemos lembrar que Santos (2012, p. 101) critica as técnicas quantitativas quando se pensa em geografia humana, pois, os índices passam a “[...] ser calculados a régua e pesados numa balança de precisão”. Após esta afirmação, é impossível não se lembrar de John Von Neumam (1903-1957), brilhante em sua área, todavia, buscava esta régua e balança. Inclusive ele “[...] estava convencido de ter encontrado um método que ‘resolvia’ a economia”, algo que obviamente nunca aconteceu e pelo que tudo indica, é impossível de ocorrer (STRATHERN, 2003, p. 7).

Neumam, como vários outros economistas durante a história, acreditam que todas tomadas de decisões podem ser resolvidas com as técnicas de computação, algo ainda presente na teoria dos jogos e análises econométricas. Não muito diferente da geografia, a economia também passou, como ainda passa por esta fase. Conforme Hunt (2012, p. 358), um economista torna-se admirado por seu rigor lógico e matemático de uma determinada teoria, quanto “[...] mais esotérica, complexa e rigorosamente matemática possível”, maior o respeito entre um segmento dos profissionais acadêmicos.

Hoje a questão, matemático/estatístico continua como algo central para os estudantes de economia e ecologia, inclusive algo fundamental, desde que não se perda a busca do espaço banal e sua totalidade. Neste sentido, observamos que há uma ruptura entre as técnicas de geografia, de economia e de ecologia, visto que dentro das principais emendas de graduação em geografia não apresentam força na parte quantitativa, diferente da economia e ecologia, considerando que hoje tudo é interdisciplinar.

A ecologia, assim como a economia, apresenta uma forte tendência aos estudos quantitativos. Odum e Barrett (2015, p. 480), consideram que o raciocínio estatístico aplicado às “[...] evidências na ciência do ecossistema, podendo também ser aplicado à ecologia em um contexto mais amplo”. Estes autores apresentam esta questão como desafio aos estudantes, pois, “a paixão pela descoberta é cultivada pela vontade de ser temporariamente ignorante” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 480).

As técnicas estão presentes nos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, entretanto, Santos (2017) destacou que existem técnicas elitistas e técnicas populares. As primeiras estão a serviço das bases hegemônicas, que no presente estudo são apresentadas como convencionais (neoclássicas). A ciência, é cara dentro das próprias universidades brasileiras, existem cursos que atendem diversas classes (elitistas e populares). Os cursos, que no geral consolidam as bases hegemônicas aplicadas à mineração apresentam uma grande carga quantitativa em seus cursos (engenharias). As técnicas populares são o oposto, pois “[...] resultam da combinação do *savoir-faire* e da imaginação das massas, que inventa objetos da vida cotidiana”, sendo que estas técnicas “se coexistem e se afrontam” (SANTOS, 2017, p. 181).

Santos (2017) acrescenta que na história, este momento é único, pois a tecnologia se apresenta como um elemento exógeno à humanidade. A tecnologia em sua versão contemporânea ultrapassa os limites dos Estados, recursos e direitos humanos, a serviço de uma escala planetária de consumo e lucro.

Exatamente no que tange as limitações e objetivos tratados acima, pode perceber claramente a necessidade de unificação entre a economia ecológica e a geografia humana. Quando Santos (2017) afirma que nem os limites dos Estados, nem dos recursos e nem dos direitos humanos são considerados, percebemos uma interação imediata com os pilares da economia ecológica.

Entretanto, antes de entrar nestes temas, devemos analisar o que Santos (2017, p. 82) apresenta como as três ordens do cotidiano humano. Esta ordem refere-se noção da técnica, em que suas características foram tratadas. Santos (2017, p. 49), afirma que “[...] a técnica nos ajuda a historicizar, isto é, a considerar o espaço como fenômeno histórico a geografizar, isto é, a produzir uma geografia como ciência histórica”. Para o autor, pode-se assim construir uma “[...] epistemologia geográfica de cunho historicista e genético, e não apenas historicista e analítico” (SANTOS, 2017, p. 49).

Portanto, as técnicas estão no seio do espaço e tempo da geografia, sendo estas indissociáveis. Veyret (2007, p. 328), afirma que “a geografia é a ciência dos lugares”, sendo possível “[...] localizar fenômenos e observar sua expressão espacial”. Isto posto, a questão, tempo e sua temporalidade é relativa ao sentido que a sociedade lhe dá, ou seja, é um elemento construído pelas sociedades, sendo possível trabalhar com marcos temporais. “Esses marcos entram em estruturas de representação, remetem a sequência, a evolução. Temporal e espacial estão diretamente ligados” (VEYRET, 2007, p. 328).

Santos (2017, p. 54), considera que “[...] tempo, espaço e mundo são realidades históricas, que devem ser mutuamente conversíveis” para que se possa compreender a sociedade de forma totalizadora. Para Veyret (2007, p 329) “o tempo que retorna na geografia não é mais o das permanências, nem o da historicidade dos modelos espaciais, mas o das temporalidades diversas que se cruzam”. Ainda, para a autora, ao adicionar o tempo na geografia é possível contemplar “[...] uma diversidade de futuros possíveis” (VEYRET, 2007, p. 329).

A partir deste ponto percebemos que a *ordem técnica* está diretamente ligada a todo este complexo processo metodológico, do qual a *ordem da forma jurídica* e a *ordem do simbólico* se complementam, objetiva e subjetivamente. Santos (2017, p. 54) adiciona que é “[...] por intermédio das técnicas que o homem, no trabalho, realiza essa união entre espaço e tempo”. A busca pela complementação desta visão de longo prazo, de modo a se criar cenários futuros para o destino da humanidade é um elo que liga diversas disciplinas que possuem este desejo de esclarecimentos e contribuições.

Para Santos (2017, p. 82), apesar da imposição da *ordem técnica* e *ordem da forma jurídica* com dados, “a força de transformação e mudança, a surpresa e a recusa ao passado, vêm do agir simbólico”. Neste agir simbólico, continua o autor, da força da afetividade, surgem os modelos de significação e representação. A forma do agir é inseparável, “[...] ainda que, em cada circunstância, sua importância relativa não seja a mesma” (SANTOS, 2017, p. 82). Isso se dá devido à ação do próprio homem “[...] porque só ele tem objetivo, finalidade” (SANTOS, 2017, p. 82). Esta proposta pode ser melhor visualizada na Figura 3.12.

Figura 3.12 - A ação humana e a ordem técnica, jurídica e simbólica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Retornando a ideia de Santos (2017, p. 182), ao avaliar as questões tecnológicas não apresentam os *limites do Estados*, os *limites dos recursos* e os *limites dos direitos humanos*, se faz necessário compreender esta forma de agir e sua relação com a economia ecológica (Figura 3.13).

Figura 3.13 - A tecnologia e a interpelação entre a Geografia Humana e a Economia Ecológica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro limite apresentado por este autor é o Estado, ao se utilizar os principais fundamentos da economia ecológica, temos a proposta correlata a *distribuição justa*. Assim, o Estado está associado, basicamente a todos os *elementos espaciais*, tendo como uma de suas principais funções a questão distributiva em que os limitadores, o torna fragilizado.

Daly e Farley (2016, p. 559) ao entrar na questão da *distribuição justa*, consideram um tema controverso, porém, é extremamente importante para a economia ecológica, dado três fatores:

- 1) As pessoas que são demasiado pobres não se importam com a sustentabilidade. Por que deveriam se preocupar com o bem-estar no futuro quando nem sequer são capazes de satisfazer as suas necessidades básicas? Em todo o mundo, os extremamente pobres são obrigados a trabalhar em minas, a cortar florestas, a esgotar pastagens e a tolerar uma poluição excessiva apenas para sobreviverem.
- 2) As pessoas que são excessivamente ricas consomem enormes quantidades de recursos finitos, possivelmente privando as gerações futuras dos meios básicos de sobrevivência. Até os economistas mais relutantes em fazerem comparações entre pessoas não conseguem negar que a utilidade marginal do consumo para aqueles que estão abaixo do limiar da subsistência é muito mais elevada do que para os que compram cada vez mais artigos de luxo.
- 3) Se nos preocuparmos com a sustentabilidade, preocupamo-nos com a distribuição entre gerações. Não queremos obrigar o futuro a viver na pobreza para simplesmente podermos consumir mais artigos de luxo. Contudo, qual é o sistema ético que consegue justificar uma preocupação pelo bem-estar daqueles que ainda não nasceram sem se preocupar com o bem-estar dos que hoje estão vivos?

Diante destas contribuições do Daly e Farley (2016), duas questões são apresentadas: (1) qual dos elementos espaciais é o responsável em buscar a redução destas desigualdades? (2) este elemento espacial é capaz de melhorar o bem-estar das gerações presentes, sem comprometer as futuras? A nosso ver, o único elemento espacial que pode buscar por esta equalização são as instituições, ou seja, o Estado, por produzirem normas, ordens e legitimações, que afetam os presentes e impactam as futuras gerações. Devemos nos lembrar que o Estado é responsável pela *ordem da forma jurídica*, que organiza as sociedades com normas impostas a sua população, por meio de um conjunto harmonioso e complexo, nascendo o Estado de direito. Neste sentido, vale pensar a respeito dos limites do Estado quando diretamente relacionados à *distribuição justa*.

Os recursos tecnológicos hoje estão a serviço das firmas, sendo que o Estado deveria ser um elemento capaz de frear o avanço desenfreado pelo lucro, afirma Santos (2014, p. 181). Para Daly e Farley (2016, p. 560), muitas pessoas acreditam que dentro de uma “[...] sociedade de mercado livre as pessoas são ricas porque ganharam a riqueza”, sendo “[...] injusto tirar das pessoas aquilo que ganharam com o próprio suor”. Estes autores consideram que retirar das “[...] pessoas aquilo que ganharam por meio dos seus próprios esforços e capacidades” é uma questão difícil de defender (DALY; FARLEY, 2016, p. 560). Entretanto:

[...] as pessoas não deveriam poder apropriar-se para si próprias de valores criados pela natureza, pela sociedade ou pelo trabalho de outros. E deveriam pagar um preço justo por aquilo que recebem de terceiros, incluindo os serviços prestados pelo governo, e pelos custos que impõem aos outros. Além disso, temos de reconhecer que uma distribuição mais igualitária de recursos pode gerar bens públicos, estabilidade econômica, baixa criminalidade, comunidades mais fortes e uma saúde melhor (...) e a sociedade deve pagar pelos bens públicos. Se seguirmos estes princípios, a distribuição resultante será simultaneamente justa e sustentável (DALY; FARLEY, 2016, p. 560).

O ponto três merece um adendo, dado que apresenta características de consumo conspícuo. Cruz Filho (2014, p. 47), percebe uma finalidade da acumulação de riquezas, bens e produtos, nas sociedades competitivas pecuniárias, visto que há uma autoclassificação do indivíduo em comparação com o resto da comunidade “[...] no tocante à força pecuniária”. Conforme Cruz Filho (2014, p. 47), para Veblen, “[...] o desejo de riqueza nunca se extingue em indivíduo algum, e está fora de questão uma saciedade geral”. Diante desta perspectiva, gera um dos maiores problemas econômicos, pois, “[...] nenhum aumento geral da riqueza na comunidade, por mais geral, igual ou justa que seja sua distribuição, levará mesmo que de longe, ao estancamento das necessidades individuais” (CRUZ FILHO, 2014, p. 47).

O consumo conspícuo deve ser entendido dentro de uma sociedade predatória e pecuniária, que possui como meta, apenas consumir e acumular riquezas, bens ou produtos, de modo a demonstrar status ou reputação a terceiros. Logo, o consumo não se dá por qualidades inerentes as necessidades diretas das pessoas, e sim para criar um ar de superioridade aos demais membros da sociedade.

O papel do Estado, há muito tempo, visa apenas criar condições para o funcionamento do mercado. Os mercados são tratados pelos economistas neoclássicos como os únicos agentes que podem alocar eficazmente os recursos escassos, devido o mecanismo de oferta e demanda. Todavia, conforme Daly e Farley (2016, p. 522) estes mercados podem “apenas revelar preferências pelos bens de mercado, todavia muito dos bens e serviços que aumentam o bem-estar da humanidade não são bens de mercado”.

Polanyi (2000, p. 89) percebe que esta proposta de sistema econômico baseado na economia de mercado era até há pouco tempo acessórios da vida econômica, em outras palavras, era apenas um subsistema de algo maior, um sistema social, que, é um subsistema do sistema ecológico. Para este autor, “o sistema econômico era absorvido pelo sistema social”, sendo que o segundo sempre regulou o primeiro, pois “[...] de fato, as regulamentações e os mercados cresceram juntos” (POLANYI, 2000, p. 89).

Dado a época, não se nota o sistema ecológico com uma relativa importância, pois naqueles períodos a humanidade estava relativamente em um *mundo vazio*, diferente do atual momento em que nos encontramos no *mundo cheio*.

Polanyi (2000) percebe que o mercado autorregulado era desconhecido, sendo assim, há uma inversão completa da tendência do desenvolvimento, gerando uma economia de mais elevada riqueza, porém das mais absurdas desigualdades. Polanyi (2000, p. 89) afirma que “uma economia de mercado é um sistema econômico, regulado e dirigido apenas por mercados; a ordem na produção e distribuição dos bens é confiada a esse mecanismo auto regulável”. Neste modelo, as expectativas são máximos ganhos monetários, dentro de um processo de acumulação de riqueza. Portanto, o princípio torna-se marshalliano, uma vez que “[...] ela pressupõe mercados nos quais o fornecimento dos bens disponíveis (incluindo serviços) a um preço definido igualarão a demanda a esse mesmo preço” (POLANYI, 2000, p. 90).

A economia da desigualdade afeta todos os elementos espaciais, bem como seus *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*. Para tratar desta questão, se faz necessário compreender que são as instituições, ou seja, o Estado, o principal responsável pela *distribuição justa* da riqueza e renda. As firmas e seus mecanismos de mercado buscarão de todas as formas se desvincularem dos demais elementos espaciais. Para isto, necessitam de mecanismos autorreguláveis indo a desencontro com as ideias de desenvolvimento.

Atkinson (2015, p. 119) não considera que as mudanças tecnológicas sejam um elemento exógeno, algo determinado pelos deuses. Este autor compreende que as “[...] decisões são influenciadas por considerações econômicas que tornam a mudança técnica endógena, ou seja, determinada pela própria economia e sistema social” (ATKINSON, 2015, p. 119).

Ao levar isto em consideração, devemos ter claramente que os limites do Estado precisam ser reavaliados, para que a instituição que devem manter a harmonia com os elementos espaciais, não se desfaça. A riqueza dentro do sistema capitalista é o elo de unificação do espaço e tempo geográfico. Atkinson (2015, p. 128) assegura que a riqueza é “[...] hoje distribuída de forma bem ampla, mas boa parte da riqueza que as pessoas possuem corresponde a pouco ou nenhum controle sobre as atividades produtivas da economia para além da porta da frente de suas casas”. Assim sendo, nem os poupadores são capazes de influenciar decisões de empresas, e a aplicação do capital em atividades produtivas é diferente da titularidade beneficiária da riqueza.

Assim, como limites do Estado, devemos compreender que a titularidade da riqueza pertence às firmas, que é distribuída desigualmente no espaço. Daly e Farley (2016, p. 562),

levantam a seguinte questão: “há algum mal em acumular riquezas apenas para se conseguir status?”. A resposta é dada por estes autores em dois blocos, o primeiro referente ao consumo conspícuo e o segundo, ao jogo de soma zero. O consumo conspícuo aumenta a escala, que força os ecossistemas dado a *capacidade de suporte*. Portanto, é “[...] uma externalidade negativa e as pessoas deveriam pagar pelos impactos negativos que impõem aos outros” (DALY; FARLEY, 2016, p. 562).

A questão do status também é algo que não se deveria aceitar, afinal ele é medido em relação à posição de outros, tornando-se um jogo de soma zero. Daly e Farley (2016) reforçam que o status de todos na sociedade não podem aumentar, devido a redução do status de outros em relação a um determinado indivíduo. Há sacrifícios nesta disputa por status, com relação “[...] ao tempo de lazer, o tempo para a comunidade e o tempo para família”, afinal, para que um determinado indivíduo possa elevar seu status, este terá que trabalhar cada vez mais, e isso “[...] pode-se transformar numa espécie de corrida armamentista em que todos trabalham mais e ficam em situação pior” (DALY; FARLEY, 2016, p. 562).

Outro limite apontado por Santos (2017, p. 81) são os limites dos recursos, que a nosso ver estão relacionadas diretamente com a *escala sustentável* defendida pela economia ecológica. A *escala sustentável* é um dos pilares para qualquer política ambiental, afinal, dentro do *mundo cheio* os recursos são escassos. Para que se possam aplicar boas políticas se faz necessário uma regulação, licenciamento e fiscalização das instituições, sendo que as firmas buscarão sempre pela autorregulação. Este conflito de interesses é latente em todos os momentos do espaço e tempo geográfico, bem como estão intimamente ligadas aos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*. Daly e Farley (2016) apresentam quatro tipos de políticas para a questão da *escala sustentável*, sendo: regulação direta, impostos pigouvianos, subsídios pigouvianos e licenças negociáveis.

A forma dominante da política ambiental, conforme Daly e Farley (2016, p. 541), são as regulações diretas, que assumem diversas formas. A primeira forma apresentada é a Melhor Tecnologia de Controle Disponível (MTCD) que pode ser imposta a todas as empresas e indivíduos. Estas leis apresentam bons resultados com relação ao ar limpo de diversos países. O comando e o controle consistem em limitar a extração de determinados recursos naturais, sendo muito utilizado com relação a pesca. Como tudo na vida, a regulação direta apresenta vantagens e desvantagens. A principal vantagem é a limitação da “[...] quantidade de poluição e uso de recursos a um nível aceitável, contribuindo assim para o objetivo de atingir uma escala sustentável” (DALY; FARLEY, 2016, p. 541).

Todavia, a desvantagem das regulações diretas, de acordo com Daly e Farley (2016) ocorre por não se ajustar “ao critério de *alocação eficiente* e assim frequentemente não são a melhor maneira, em termos de eficiência, de alcançar o objetivo desejado”. Por fim, outra desvantagem, é a falta de incentivos para ultrapassar um determinado objetivo, “como reduzir a poluição abaixo do nível regulamentado” (DALY; FARLEY, 2016, p. 541).

Os impostos pigouvianos, segundo Daly e Farley (2016, p. 544-546) estão relacionados ao “problema da internalização das externalidades ambientais”, sugerida por Arthur Cecil Pigou (1877-1959). Cánepa (2010, p. 79), compreende que por esta abordagem “o dano causado pela poluição é um custo social, uma externalidade negativa, resultante do fato de um agente econômico” que por sua vez, “gerar um custo pelo qual outro agente tem que pagar”. Quando se considera as externalidades negativas os custos produtivos são ignorados pelos agentes econômicos. A vista disso, “o equilíbrio de mercado em que os custos marginais igualam os benefícios marginais não acontece e alguns dos maravilhosos benefícios do mercado não aparecem” (DALY; FARLEY, 2016, p. 545). Portanto:

Pigou propôs uma solução simples: impor um imposto equivalente ao custo externo marginal. Isto obrigaria o agente econômico a responsabilizar-se por todos os custos econômicos, criando um equilíbrio no qual os custos sociais marginais seriam iguais aos benefícios sociais marginais. Nota-se que esta política exige uma mudança nos direitos de propriedade. Quando uma empresa tem liberdade de poluir, tem um privilégio e aqueles que são prejudicados pela poluição não têm direitos. O imposto de Pigou cria essencialmente um direito de propriedade do ambiental para o Estado, utilizando uma regra de responsabilidade. As empresas podem continuar a poluir, mas agora têm de pagar pelos prejuízos da poluição (DALY; FARLEY, 2016, p. 545).

Cápena (2010, p. 80), acrescenta que, para se corrigir estas externalidades negativas, o Estado deve calcular o tributo “incidente sobre cada unidade produzida”, para que se aproxime da “diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social”. Portanto, continua o autor, o Estado deverá, por meio de suas instituições, assumir “efetivamente o domínio, as propriedades, dos bens ambientais”, pois são impossibilitadas de “alocar direitos de propriedade privada” quando o assunto é o meio ambiente (CÁPENA, 2010, p. 80).

A principal crítica apontada por Daly e Farley (2016, p. 546) referentes a esta proposta se dá nos custos totais das empresas e indústrias, destacando que, “em relação a sociedade, o imposto é uma transferência e não conta como custo”. Logo, reforçam os autores, não se deve considerar injusto para as empresas, “uma vez que é simplesmente um pagamento pelos custos que as empresas impõem a sociedade” (DALY; FARLEY, 2016, p. 546).

Daly e Farley (2016) consideram que esta abordagem pode até levar algumas empresas à falência, entretanto, demonstraria que os custos que estas empresas impõem a sociedade eram superiores aos benefícios que proporcionava. Todavia, sabemos que ao final, as empresas não pagam impostos, elas repassam estes custos para a sociedade por meio de produtos e serviços mais caros, reduzindo consequentemente a demanda.

Ao pôr em evidência a noção de custo social (externalidade negativa) e a consequente diferença entre custo marginal privado e custo marginal social, Pigou abriu o caminho para a introdução de problemas como o do meio ambiental na Teoria Econômica, com enorme repercussão posterior. Entretanto, o tipo de solução proposta não teve aplicação prática generalizada (CÁNEPA, 2010, p. 81).

Outro método para a *escala sustentável* são os subsídios pigouvianos. Daly e Farley (2016, p. 547) afirmam que “um subsídio é um bônus ou um pagamento para se fazer alguma coisa – o oposto de um imposto”, logo, o subsídio pigouviano consiste em um “pagamento a cada empresa por cada unidade de redução de custos ambientais que conseguir”. Isto, conforme os autores melhorariam as condições da sociedade dado a redução da poluição das empresas. No imposto pigouviano, segue a lógica do poluidor pagador, no caso do subsídio, parte “do princípio que o poluidor tem privilégio de poluir e que a sociedade tem de lhe pagar para que não faça” (DALY; FARLEY, 2016, p. 547).

Este último trecho é de fundamental importância, pois todo subsídio transferido para as empresas é retirado dos excedentes dos consumidores (sociedade), que terá sua demanda reduzida. Portanto, pode ser uma alternativa para incentivos a restauração ecossistêmica, todavia, não se apresenta como uma boa solução no que tange a poluição das firmas. Isto se dá pela falta de incentivos das firmas em evitar a poluição, reduzindo consideravelmente a sua eficiência.

Destarte, Daly e Farley (2016, p. 548) apresentam o modelo *cap and trade*, sendo uma licença negociável, sendo que essas licenças “são outro mecanismo custo-efetivo para conseguir um objetivo específico”.

Em vez de aumentar preços a partir de um imposto para reduzir a demanda, as licenças negociáveis exigem que a sociedade estabeleça uma quota, um máximo de poluição ou de depleção de recursos que será autorizado. Esta abordagem, normalmente chamada de *cap and trade*, é atualmente utilizada nos EUA para regular as emissões de SO₂, na União Europeia para regular as emissões de CO₂ e em vários países para regular a pesca (DALY; FARLEY, 2016, p. 548).

O problema apresentado neste modelo, consiste no “fato de haver normalmente pouco incentivo para reduzir a poluição total ou extração de recursos para níveis abaixo da quota” (DALY; FARLEY, 2016, p. 551). Portanto, apesar de apresentar uma boa alternativa para as externalidades ambientais, tem uma complexa relação com a *capacidade de suporte* e consequentemente a definição da *escala sustentável*. Algo que deve ficar claro, que apesar dos modelos apresentados não serem perfeitos, são mecanismos que colocam o Estado como o principal agente ambiental na proteção da sociedade. Por este motivo, a *escala sustentável* está diretamente ligada aos limites de recursos, que por sua vez se conecta aos limites do Estado, que tem também como função a *distribuição justa* (Figura 3.13).

Por fim, mas não menos importante nestas primeiras análises, vem a questão do limite dos direitos humanos, optamos por associar a *alocação eficiente*. Essa linha de pensamento está diretamente ligada aos atingidos pelas barragens, dado a diversas injustiças ambientais (inclusive racismo ambiental), os direitos humanos têm uma conotação de destaque no pensamento de Milton Santos. Isso se dá por ele focar seus estudos no espaço banal, ou seja, das pessoas. Esta preocupação, também está presente nos estudos da economia ecológica, principalmente na ecologia dos pobres desenvolvida por Martínez-Alier.

Portanova (2005, p. 56) afirma que os direitos humanos surgem a partir da revolução francesa, estabelecendo “[...] um novo patamar de legitimidade ética e política de atuação do Estado quanto, principalmente, da sociedade”. Estes direitos estão ligados ao meio ambiente, e para Portanova, eles expandem por meio dos diversos movimentos sociais, criando com isso, uma representação política. Estas políticas, têm como base valores e propostas que são muito mais amplas que questões puramente econômicas, indo ao encontro com todo o arcabouço teórico da economia ecológica e geografia humana.

Para Portanova (2005, p. 70) os direitos humanos “[...] foram definidos a cada momento histórico de acordo com novas exigências e crises por que passava a sociedade”. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) os direitos humanos são garantias de proteção das pessoas contra ações ou falta de ações dos governos que possam colocar em risco a dignidade humana. Estes direitos buscam garantir que todos são iguais, mesmo com diferenças, almejando uma vida digna a todos pelo simples fato de serem humanos. Este autor acrescenta que ao adicionar a questão ambiental e o direito, gera-se um “[...] novo marco jurídico emancipatório que permitirá a ampliação da cidadania no século XXI”, reforçando que diferente dos dilemas dos anos 50 (socialismo ou barbárie), surge neste século um novo dilema: sustentabilidade ou barbárie (PORTANOVA, 2005, p. 70).

Para Daly e Farley (2016, p. 579) é na alocação a atenção central do pensamento econômico convencional, desempenhando “[...] um papel terciário na abordagem econômico ecológica às políticas”, não negando a sua relevância. Estes autores consideram que a *alocação eficiente* é vital como componentes de boas políticas, mas não são as únicas, pois a *escala sustentável* e *distribuição justa* apresentam-se como força.

Com a afirmação acima, que apesar de desempenhar um papel terciário, a *alocação eficiente* é de suma importância para a economia ecológica. Isto se dá por envolver as pessoas e os recursos naturais, pois sem considerar a alocação, a distribuição bem como a escala podem ser comprometidas. Hoje, pela economia ambiental, existe uma forte tendência de precificar a natureza, bem como a própria vida. Dado as condições de incerteza, a ignorância e a falta de familiaridade em diversos temas, busca-se precificar dentro da lógica do mercado. Este tipo de trabalho não deve ser desconsiderado, afinal, auxiliam nas decisões públicas e privadas, entretanto, devem ser complementadas. Este é o motivo por se correlacionar as limitações dos direitos humanos com a *alocação eficiente*, pois invariavelmente entra-se também na questão ambiental.

Existem aspectos espaciais nos bens não comercializáveis, “a maior parte dos ecossistemas fornecem serviços em relação a nível local, regional e global” (DALY; FARLEY, 2016, p. 593).

Um exemplo trabalhado por Santos (2010, p. 339) em seu estudo sobre águas ocorre nos instrumentos econômicos relativos ao comportamento dos usuários:

- 1) Eficiência econômica: para garantir a alocação eficiente do recurso, o preço deve refletir o custo marginal da provisão deste recurso, no caso dos diferentes usos da água, a cobrança deve ter a capacidade de incorporar os custos sociais (externalidades) derivados do uso;
- 2) Impacto ambiental: é função da capacidade do instrumento de influenciar o comportamento dos poluidores e consumidores de forma a melhorar a qualidade ambiental;
- 3) Aceitabilidade: como o instrumento é aceito e recebido pelos que são impactados por ele, idealmente a implementação deve ser progressiva para permitir planejamento de longo prazo e evitar grandes aumentos dos custos de produção e tornar-se perigoso para a competitividade.

Santos (2010, p. 339) destacou que “[...] a análise da eficiência e efetividade da cobrança deve ser feito separadamente para os diferentes setores”, pois os usuários industriais tendem a reagir fortemente a estas cobranças. Logo, a questão central quando se pensa na *alocação eficiente* se dá pela redefinição do conceito eficiência. Para Daly e Farley (2016, p. 601) é pela economia convencional “a eficiência alocativa é alcançada quando se utiliza os recursos

escassos na produção de maiores valores monetários”. Neste modelo, a tendência é que se beneficiem os que já são ricos em vez dos pobres, entrando em conflito com os direitos humanos. Todavia, pouco se preocupa com as externalidades dos mais ricos para com as gerações futuras, afinal, estes que consomem conspiciuamente. Os autores consideram que uma medida apropriada de eficiência é a razão dos serviços obtidos pelo capital produzido (CP) em relação aos serviços sacrificados do estoque do *capital natural* (CN) como resultado. Daly e Farley (2016, p. 601) buscando melhorar a razão da eficiência apresentam a seguinte identidade:

$$\frac{\text{Serviços ganhos CP}}{\text{Serviços sacrificados CN}} = \frac{\text{Serviços ganhos CP}}{\text{Estoque}} \times \frac{\text{Estoque CP}}{\text{Throughput}} \times \frac{\text{Throughput}}{\text{Estoque CN}} \times \frac{\text{Estoque CN}}{\text{Serviços sacrificados CN}}$$

São apresentadas por Daly e Farley (2016, p. 601), quatro razões para se adotar este modelo de eficiência, sendo:

- 1) Eficiência de serviços; é composta pela eficiência técnica, alocativa e de distribuição;
- 2) Eficiência de manutenção ou durabilidade; todo o estoque de CP precisa de *throughput* para mantê-lo ou substituí-lo, mas, quanto menos *throughput* necessário, maior a eficiência;
- 3) Eficiência do uso e do crescimento do *capital natural*; as florestas e as plantações de espécies de crescimento rápido bem manejado fornecem mais madeiras de corte sustentável a cada ano do que as florestas ou plantações mal geridas de espécie de crescimento lento;
- 4) Eficiência aumentada pelo aumento do estoque de *capital natural* ou pela redução da perda de *serviços e funções ecossistêmicos* por unidade de exploração.

Destarte:

Esta definição trata da escala a partir do *tradeoff* entre os serviços alcançados (numerador) e os serviços perdidos (denominador), tal como representados no lado esquerdo da identidade. O crescimento não econômico invariavelmente reduz a eficiência. No lado direito da identidade vemos os componentes da eficiência geral – ou seja, concepção, distribuição, crescimento e uso de recursos (DALY; FARLEY, 2016, p. 603).

Conforme apresentado, o *efeito derrame* apresentado por Gudynas (2016), percebemos que ao desconsiderar ou fragilizar a questão do meio ambiente, há uma sucessão de externalidades negativas ao longo de uma longa cadeia, seguindo a lógica abaixo:

Meio ambiente > Territórios > Sociais > Econômica > Excedentes
> Internacionais > Propriedades e Articulações Globais
> Compensação e Justiça > Política e Democracia

Propomos um padrão com efeito inverso que apresenta externalidades positivas que foram inspirados neste modelo e que será denominado como *efeito transbordamento* (Figura 3.14). Unindo elementos da geografia humana com os pilares da economia ecológica, busca-se demonstrar que a união destas disciplinas, apesar de toda a complexidade do sistema, torna-se mais próxima pela busca da compreensão da totalidade espacial. É importante destacar que o Estado e suas instituições não devem ser pensados como uma entidade monolítica, afinal, os demais elementos espaciais não são agentes passivos. Há de forma oculta, as mais diversas pressões, tensões, disputas e conflitos na relação de poder entre os agentes, necessitando a sua compreensão.

Figura 3.14 - O efeito transbordamento com os elementos espaciais, os pilares da economia ecológica e os limitadores tecnológicos aos Estados, Recursos e Direitos Humanos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando a Terra como um sistema aberto, iniciamos o modelo com o Sol, responsável pela vida, oferecendo energia de baixa entropia para todos os seres vivos. As matérias e energias são sempre consideradas como peças chaves na economia ecológica, portanto, os recursos bióticos e abióticos advêm destas forças. Devemos também considerar as leis termodinâmicas que demonstra a transformação dentro do setor produtivo, da matéria e energia de baixa entropia, em alta entropia. Esperamos que o metabolismo socioecológico

pudesse ser compreendido neste modelo, para que a ação humana melhore o bem-estar dos presentes, como das futuras gerações, pautado no primado da física e biologia.

O primeiro limite abordado é o Estado, é este que irá desencadear as externalidades positivas (ou negativas) para todo o sistema. O Estado tem uma relação direta com a *distribuição justa*, afinal, o atual nível de riqueza dos tempos modernos não é comparado a nenhum período da história, algo até então positivo. No momento em que o Estado tem a *distribuição justa* como métrica, tendo a missão de melhorar o bem-estar das presentes e futuras gerações, todo o modelo convencional se distorce no espaço e tempo.

O Estado reconhecendo seus limites, mas sabendo de suas funções para com a sociedade, atuará para que suas instituições se tornem mais fortes. Com estas instituições fortalecidas, logo o Estado estará fortalecido, melhorando sua relação com os *elementos espaciais*. Estas instituições devem atuar para se compreender os limites dos recursos. Em um planeta que possui características de uma nave espacial, conforme proposto por Kenneth Boulding, tem recursos extremamente escassos e valiosos, por serem não renováveis. Logo, a *escala sustentável* está diretamente ligada a estes limites de recursos, que está contido no ambiente natural. Compreender os *recursos de fluxos de estoque*, como os *recursos de fundo de serviços*, bem como o processo de *throughput*, e sua interação entre os elementos espaciais reforça a importância de um Estado como organizador espacial, pois são estes que irão exercer as medidas reguladoras às firmas. Deve ficar claro que não se pretende defender modelos socialistas, nem capitalista, afinal, ambas utilizam das técnicas para escravizar os seres humanos, e sim um modelo que elimine o eminente perigo da barbárie, considerando o modelo vigente.

Definimos que os limites dos direitos humanos estão atrelados à *alocação eficiente*, relacionada também ao ambiente natural, bem como os seres humanos (sociedade) e as firmas. Com um Estado forte, com missão, visão, metas e objetivos bem definidos, sem clientelismo e bandidismo, e respeitando o dinheiro dos pagadores de impostos, compreendendo melhor estes limites, torna a sociedade mais forte e o mercado mais livre.

Devemos aqui deixar claro o que viria a ser um Estado forte, principalmente quando falamos de Brasil. Sabemos que o Estado brasileiro tem uma estrutura gigante, onerosa, com uma das maiores tributações do mundo, com alto nível de corrupção, além de um constante processo de sucateamento das mais diversas instituições. Quando falamos sobre o Estado forte, devemos compreender como um Estado eficaz, que utilize os recursos públicos, ou seja, o dinheiro dos pagadores de impostos, de forma sábia, mesmo com uma racionalidade limitada.

Refere-se a um Estado que por mais que não rompa sua ligação e subordinação aos interesses dominantes, não tenha como premissa o crescimento pelo crescimento.

Um Estado que ao invés de se basear em uma civilização do consumo, auxilie na busca do retorno a economias de baixa energia, visto que o crescimento exponencial leva, inevitavelmente, ao fim de qualquer sistema. Um Estado que não busque apenas o desenvolvimento alternativo, mas alternativas ao desenvolvimento por meio da liberdade, com um valor intrínseco e instrumental. Um Estado que dê voz e vez para aqueles que não possuem, com objetivo de equilibrar a balança nessa relação de poder. Um Estado que supere a contradição entre o Estado forte e o mercado livre, pois o segundo não é possível sem o primeiro, visto a importância de uma coordenação econômica. Um Estado que desempenhe um papel chave na função normativa de facilitação e encorajamento aos mercados, construindo um projeto nacional de desenvolvimento com equidade social e responsabilidade ambiental, aliado com o incentivo a inovação e progresso técnico. Um Estado que não tolere a fome a miséria, e que pela educação, possa melhorar a vida de sua população, reduzindo desigualdades. Um Estado que não permita o parasitismo da classe política, criando às custas da sociedade uma nova burguesia que drena do povo suas riquezas e sonhos.

Os pontos apresentados acima, são apenas uns, de vários que poderíamos adicionar, mas sempre com a consciência que toda ação do Estado há um custo, e esse custo é pago pelo trabalho (público e privado). Nesse sentido, ao afirmarmos a importância de um Estado forte, devemos ter em mente na otimização dos recursos, fazendo mais com menos, respeitando os contribuintes e elevando o bem-estar da sociedade, com um projeto de país soberano. Um bom governo, cercado de boas pressões sociais, com políticas públicas inclusivas, dentro de um ambiente democrático, é o que pode criar o efeito transbordamento, impossibilitando que a Nação fracasse e cientes do teorema da impossibilidade de Arrow. Parafraseando Furtado (1992) é necessário criar estudos de ação concreta, sendo que os processos de desenvolvimento não se dão fora do tempo histórico, respeitando o primado da biologia e física, principalmente no contexto latino americano.

Dando continuidade, as firmas também ficam fortalecidas, pois dentro de um ambiente sustentável, as pessoas buscarão melhorias nos processos produtivos visando um bem comum: a sobrevivência em *devir*. A sociedade neste sentido estará mais aberta em relação às suas limitações e potencialidades, apresentando um crescimento na produtividade, sem aumentar a produção, dado o consumo consciente. Isso se dá por ter ligação direta com o ambiente e seus limites, buscando otimizar os recursos de modo a proteger as futuras gerações. Percebemos que

para tal a *distribuição justa* é fundamental, afinal, neste ponto que se percebem as desigualdades que são prejudiciais não apenas a economia, mas a segurança e saúde.

As infraestruturas apresentam relação com todos os *elementos espaciais*, mas merece destaque o fato que ao se pensar nas instituições, ele está ligado diretamente aos limites do Estado. Recurso e tempo são escassos, logo, os custos com as infraestruturas não devem ficar alocados apenas ao Estado, mantendo as firmas como potenciais, e importantes parceiras. Tanto a sociedade quanto as firmas demandam por infraestrutura, mas tem de se levar em conta que as pessoas já estão representadas pelas instituições, que utilizaram seus recursos (tributos) na busca do aumento do bem-estar da população. Todavia, o Estado tem limites e nesse sentido as firmas podem contribuir, por meio da responsabilidade social, atendendo a algumas necessidades humanas no qual o Estado não possa suprir. O lucro não é desconsiderado, mas os custos marginais privados, devido à eterna externalidade negativa das firmas, devem ser compensados pelos custos marginais sociais.

As firmas, para fechar os elementos espaciais, possuem relação com todos os demais, inclusive as limitações. No caso daquelas empresas que não compreenderem o seu papel para com o futuro, o Estado deve criar mecanismos norteadores para suas ações, auxiliando na compreensão de *escala sustentável* e *alocação eficiente*. As firmas precisam compreender que suas ações impactam em *devir*, necessitando trabalhar por um prisma produtivo de baixa energia. As externalidades negativas devem ser minimizadas, ampliando dentro do mercado de fatores uma produção intensiva em mão de obra. O consumo conspícuo deve ser sobretaxado, por representar um desperdício de natureza, por tratar de uma distribuição injusta espacialmente.

As firmas demandam recursos (matéria e energia) dos ecossistemas, além do trabalho das famílias, que durante o seu processo metabólico dado à entropia, devolvem para a natureza resíduos de alta entropia da produção. O mesmo ocorre com a sociedade e instituições, todavia, em escala menor. Hoje já existem firmas que realmente compreendem sua função em um planeta finito, com processos modernos de economia circular. Porém, deve ficar claro que fazem por questão puramente de idiosincrasia, pois as instituições solicitam um comportamento das firmas bem aquém do necessário para garantir o bem-estar em qualquer linha do tempo. Atualmente muitas firmas fazem muito a além das exigências legais, umas por pressão dos seres humanos, dos mercados, outras apenas por questão de marketing.

As firmas apresentam um papel de suma importância, pois elas que muitas das vezes definem a ação humana. Portanto, demonstra-se novamente a relevância do Estado para que

auxiliem as firmas a compreenderem seu metabolismo industrial e sua capacidade ecossistêmica. Sabemos que este último não é algo simples, às vezes até utópico, pois existem as mais diversas variáveis, tornando um dos problemas mais complexos da atualidade, entretanto no caso de dúvidas, se deve optar pelo princípio da precaução.

Portanto, como as firmas são as principais responsáveis por lançar no sistema ecológico matéria e energia de alta entropia, tem de se valer de boas orientações, para que possa continuar se desenvolvendo com os demais elementos espaciais. Essa relação direta das firmas com a ação humana tem este caráter, pois depende do agir. Existem diversos modelos que já demonstram que o atual modelo econômico é insustentável, logo, se valendo de todo o exposto até o momento, espera-se que o tempo presente possa elevar seu bem-estar, sem prejudicar as gerações futuras em *devir*.

Por conseguinte, entra-se agora no último tópico para completar este modelo, sendo *ossistemas de objetivos* e os *sistemas de ações*. Mas antes, devemos destacar que as firmas devem ter uma orientação social, sendo que isto é rentável. O modelo proposto por Muhammad Yunus (1940-), laureado prêmio Nobel da paz pode servir de inspiração. Os negócios sociais mudam a missão e visão das firmas, nas quais o foco é oferecer produtos e serviços que melhorem a vida da sociedade, principalmente daqueles mais pobres. A acumulação é algo a ser trabalhado pela *distribuição justa*, dando liberdade para que as firmas se reinventem. Neste processo, os empreendedores irão criar riqueza, todavia, diferente do modelo atual, seus produtos e serviços atenderão as classes mais baixas. Este nicho de mercado ainda é pouco explorado pelas firmas, pois naquele momento em que se elimina a extrema pobreza, bem como aumenta o bem-estar dos mais pobres, cria-se riqueza pautada em uma *distribuição justa*. Quando as necessidades básicas das pessoas são atendidas, entramos em um novo processo para que o consumo seja consciente, sem que se busque *status*.

Procuramos tratar a partir deste momento, sobretudo de duas noções centrais do pensamento de Milton Santos, sendo: *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*. Reforçamos que para este autor, o espaço e tempo geográfico consistem em “[...] um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações”, sendo necessário dialogar sobre esta assertiva, principalmente na busca da compreensão da totalidade espacial, investigação reforçada pelos pilares da economia ecológica (SANTOS, 2017, p. 21).

Santos (2017, p. 61) buscou trabalhar a primeira definição do espaço que, para ele, “a geografia poderia ser construída a partir da consideração do espaço como um conjunto de fixos e fluxos”. Os fluxos são um resultado direto ou indireto das ações, que intercalam com os

elementos fixos, modificando a sua significação e o seu valor. Santos (2017, p. 62) destacou que “fixos e fluxos juntos, interagindo, expressam a realidade geográfica e é desse modo que conjuntamente aparecem como um objeto possível para a geografia”. Nesse sentido, para o autor, durante toda a história foi desta forma, entretanto, os fixos são mais artificiais e mais fixados ao solo, enquanto os fluxos são mais diversos, amplos, numerosos e rápidos.

Após perceber este problema, Santos (2017, p. 62) se põe a realizar uma segunda definição do espaço, utilizando-se de um par de categorias: “[...] de um lado, a configuração territorial e, de outro, as relações sociais”. Compreende que “[...] a configuração territorial é dada pelo conjunto formado pelos sistemas naturais”, pois o homem a modifica, desconsiderando o desenho territorial como espaço, pois “[...] sua realidade vem de sua materialidade, enquanto o espaço reúne a materialidade e a vida que o anima” (SANTOS, 2017, p. 62). Neste momento, percebe que devido à forma como o homem configura o material, dado suas relações sociais, há “[...] uma negação da natureza natural, substituindo-a por uma natureza inteiramente humanizada” (SANTOS, 2017, p. 62).

A terceira definição do espaço, proposta por Santos (2017, p. 62) é a mais importante, vejamos: “[...] cabe estudar o conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações que formam o espaço”. Reforça que não se deve compreender de forma isolada, afinal são elementos indissociáveis. Quaisquer tentativas de separação, incorreriam no erro da não busca pela noção de totalidade.

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina. Através da presença desses objetos técnicos (...) o espaço é marcado por esses acréscimos, que lhe dão um conteúdo extremamente técnico (SANTOS, 2017, p. 63).

Diante deste cenário, notamos que os *sistemas de objetos* são cada vez mais artificiais, sendo que os *sistemas de ações* “[...] igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes” (SANTOS, 2017, p. 63). Portanto, o espaço é “[...] dinâmico e unitário, onde se reúnem materialidade e ação humana” (SANTOS, 2013, p. 46).

Dentro desta união, os *sistemas de objetos* são naturais ou fabricados. Assim rios, lagos, pastagens, florestas, oceanos, desertos e demais biomas ecossistêmicos estão dentro dos *sistemas de objetos*. É o que muitos ecologistas e economistas compreendem como *capital*

natural, pois englobam os recursos abióticos com os recursos não renováveis, criando-se processos e componentes naturais. Os objetos fabricados, nesse caso, são aqueles que possuem trabalho, nos quais a espécie humana modifica a natureza. Barragens, estradas, estádios, prédios, equipamentos, carros, navios, aviões e tantos outros, estão dentro dos *sistemas de objetos*. Para ecologistas e economistas, podemos adicionar dentro do conceito de *capital manufaturado*, que advém da interação entre o *capital natural* e o *capital cultural* (ação humana).

O *capital cultural* pertence desta forma aos *sistemas de ações*, que são deliberadas ou não. A visão de mundo, a ética, a moral, as ideologias estão neste campo, tornando altamente complexo. E assim, os *sistemas de ações* podem ser bem representados por decisões, públicas ou privadas, de determinados empreendimentos. No presente momento, mesmo após os recentes rompimentos com barragens no Brasil, existem projetos que estão em negociação para barragens com capacidade ainda maiores. Portanto, a decisão, caso for deliberada, consistirá em ações para criação dos *sistemas de objetos* fabricados. Entretanto, caso não for deliberado, consistirá numa tentativa, num ato, uma forma de agir que por questões econômicas, ou não, que deve ser analisado. Este é um dos motivos pelo qual Milton Santos considera que os *sistemas de ações* possuem artificialidades.

Para Santos (2017, p. 63) a interação entre os *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, enquanto os primeiros “[...] condicionam a forma como se dão as ações” e o segundo “[...] leva à criação de objetos novos ou realiza sobre objetos preexistentes”. Conclui, afirmando que “é assim que o espaço encontra a sua dinâmica e se transforma”. Esta proposta de Milton Santos pode ser resumida conforme o modelo abaixo (Figura 3.15).

Figura 3.15 - Sistemas de Objetos e Sistemas de Ações de Milton Santos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após apresentar essa definição, iniciamos neste momento uma análise mais aprofundada do pensamento de Milton Santos com relação aos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*.

Os *sistemas de objetos*, de acordo com Santos (2017, p. 64) tem uma distinção, na qual alguns consideram que existem objetos das coisas, “[...] estas sendo o produto de uma elaboração natural”, divergindo da ideia de objeto em si, como um produto de uma elaboração social. Portanto, “[...] as coisas seriam um dom da natureza e os objetos um resultado do trabalho”, portanto, a natureza está cada vez mais artificializada, pois “os objetos tomam o lugar das coisas” (SANTOS, 2017, p. 65).

Santos (2013, p. 46), considerando que o espaço e tempo estão ligados, percebe que “a cada época, novos objetos e novas ações vêm juntar-se às outras, modificando o todo”, logo, reduzindo os objetos das coisas. Percebe que os objetos geográficos estão a “[...] cada dia que passa, mais carregados de informações” (SANTOS, 2013, p. 133).

Os objetos não são as coisas, dados naturais: eles são fabricados pelo homem para serem, a fábrica da ação. Hoje, esses sistemas de objetos tendem, em primeiro lugar, a ser um sistema de objetos concretos, isto é, objetos que se aproximam cada vez mais da natureza e buscam imitar a natureza. São também objetos cujo valor vem de sua eficácia, de sua contribuição para a produtividade da ação econômica e das outras ações. São objetos que tendem à unicidade, um sistema de objetos que, pela primeira vez na história do homem, tende a ser o mesmo em toda parte (SANTOS, 2013, p. 86).

Assim, Santos (2013, p. 86), ainda, complementa e afirma que “os sistemas de objetos não funcionam e não têm realidade filosófica, isto é, não nos permitem conhecimentos, se os vemos separados dos sistemas de ações”. Estas ações, são de certa forma racionais e buscam um determinado fim, e para tal, são necessários vários meios. Neste sentido, acrescenta Santos (2013, p. 96), “os sistemas de objetos são cada vez mais artificiais e os sistemas de ações são cada vez mais tendentes a fins estranhos”. Destacou que para os geógrafos “os objetos são tudo o que existe na superfície da Terra, toda herança da história natural e todo resultado da ação humana que se objetivou” (SANTOS, 2017, p. 72).

As informações estão no seio dos sistemas de objeto, pois possuem uma intencionalidade, no qual consiste em “[...] um discurso que vem de sua estrutura interna e revela a sua funcionalidade” (SANTOS, 2013, p. 98).

Existe desta forma, de acordo com Santos (2017, p. 69) uma complexidade inerente ao objeto, no qual “[...] o repertório de funções que podem ser combinadas com o seu uso”. O autor exemplifica que uma máquina de escrever está feita para escrever implica o seu emprego.

Portanto, “[...] a partir do reconhecimento dos objetos na paisagem, e no espaço, somos alertados para as relações que existem entre os lugares” (SANTOS, 2017, p. 71). Portanto:

Objetos não agem, mas, sobretudo no período histórico atual, podem nascer predestinados a certo tipo de ações, a cuja plena eficácia se torna indispensável. São as ações que, em última análise, definem os objetos, dando-lhes um sentido. Mas hoje, os objetos *valorizam* diferentemente as ações em virtude de seu conteúdo técnico. Assim, considerar as ações separadamente ou os objetos separadamente não dá conta da sua realidade histórica. Uma geografia social deve encarar, de modo uno, isto é, não separado, objetos e ações *agindo* em concerto (SANTOS, 2017, p. 86)

Por fim, os objetos, hoje, apresentam características únicas, pois o tempo moderno é a era dos objetos³⁴. Santos (2017, p. 215) afirma que os objetos técnicos estão presentes “[...] em todas as latitudes e longitudes”, sendo necessário um olhar pautado na *verticalidade* e *horizontalidade*. Os objetos possuem uma universalidade “[...] resultado de que o sistema técnico funciona em estado global” (SANTOS, 2017, p. 215). Destacou também que a “[...] vida sistêmica e auto expansão são correlatos, já que as atividades correspondentes tendem a se difundir largamente, graças à sua competitividade”, portanto, “os objetos não mais nos obedecem”, tendo uma relação com as necessidades (SANTOS, 2017, p. 217).

Os sistemas de ações por outro lado representam o agir humano, ou seja, a ação humana diante do planeta. Santos (2017, p. 78) resgatando o pensamento de outros geógrafos, afirma que “os homens são seres de ação: eles agem sobre si mesmo, sobre os outros, sobre as coisas da Terra”. Quando adicionado o trabalho, o homem exerce ação sobre a natureza, transformando em objetos imbuídos de técnicas e informações. Logo, a criação de objetos depende da ação humana, pois ao modificar a natureza cria-se um ambiente artificializado.

Costanza, et al. (1997) buscando valorar os serviços e funções ecossistêmicas em escala planetária coloca a possibilidade de o ser humano criar colônias espaciais artificiais. Estas colônias teriam que reproduzir as funções e serviços da natureza, na qual, uma forma de se compreender os valores monetários dos ecossistemas terrestres (Biosfera I), seria replicar os custos das ações referentes a uma biosfera artificial (objeto). O projeto Biosfera II, desenvolvido nos Estados Unidos no Estado do Arizona em 1986, tinha como objetivo a reprodução do ambiente terrestre de forma artificial. Portanto, este projeto consistia de um ecossistema artificial instalado no deserto do Arizona, dentro de uma colossal redoma de vidro

³⁴“Vivemos a era dos objetos: quero dizer que vivemos no seu ritmo e segundo sua incessante sucessão. Somos nós que os vemos hoje nascer, perfazer-se e morrer, enquanto em todas as civilizações anteriores eram os objetos, instrumentos ou monumentos que sobreviviam às gerações humanas” (SANTOS, 2017, p. 213).

de aço. Este projeto fracassou, dado a dificuldade de se reproduzir oxigênio em grande escala, sendo uma proposta complexa e de elevadíssimo custo. Portanto:

[...] a Biosfera I (a Terra) é fonte inesgotável de recursos naturais, que oferecem seus serviços aos seres humanos, aumentando-se assim o seu bem-estar. Projetos espaciais e colônias artificiais (Biosfera II) estão longe do nosso tempo, mesmo sendo possível imaginar estas condições. Contudo, espera-se que quando estas atividades se iniciarem, que as gerações capazes de realizar estes empreendimentos não o façam por desespero, e sim, por melhoras tecnológicas e ambientais. O axioma em que o capital natural é essencial para o bem-estar humano, pode ter uma nova conotação quando se pensa por perspectivas planetárias. Todavia, no presente momento estes empreendimentos estão distantes, tornando ainda mais importante o debate e ações que preservem o capital natural do planeta. (BARCELOS; FERREIRA; CAMARGO, 2018, p. 70).

Destarte, são as ações que definem os objetos, pois a interação homem-natureza modifica o tempo e espaço. Santos (2017, p. 78), compreende que a ação “[...] é subordinada a normas, escritas ou não, formais ou informais e a realização do propósito reclama sempre um gasto de energia”, isto é, a entropia do sistema metabólico. “A ação é o próprio homem”, afirma Santos (2017, p. 82), no qual apenas o ser humano tem objetivos e metas. Relata que “a natureza não tem ação porque ela é cega, não tem futuro”, sendo que as ações humanas “não se restringem aos indivíduos”, pois empresas, instituições e demais organizações sociais possuem uma ação (SANTOS, 2017, p. 82).

Santos (2013, p. 86) compreende que, assim como os objetos, as ações são artificiais. Esta artificialidade se dá pelos fins, aos quais, os seres humanos optam por administrar o planeta e seus recursos finitos. Além de uma péssima administração de recursos, observamos uma total desconsideração para com a própria humanidade, além de um desdém para com outras espécies vivas, por motivos frívolos de acumulação.

Por fim, só podemos ficar orgulhosos das conquistas sem precedentes dos sapiens modernos se ignorarmos completamente o destino de todos os outros animais. Grande parte da alardeada riqueza material que nos protege de fome e doenças foi acumulada à custa de macacos de laboratório, vacas leiteiras e frangos criados em linha de produção. Nos últimos dois séculos, dezenas de bilhões deles foram submetidos a um regime de exploração industrial cuja crueldade não tem precedentes nos anais do planeta Terra. Se admitirmos apenas um décimo do que os ativistas pelos direitos dos animais estão reivindicando, a agricultura moderna poderia muito bem ser o maior crime da história. Ao avaliar a felicidade global, é um equívoco considerar apenas a felicidade das classes superiores, dos europeus, ou dos homens. Talvez também seja um equívoco considerar apenas a felicidade dos humanos (HARARI, 2015, p. 389).

As ações que os seres humanos estão optando é antinatural e artificializa, isso decorre de uma constante busca por *status*, consumo conspícuo e exploração de outras espécies e da

própria. As ações, observa Santos (2013, p. 87), aparecem como racionais, apesar da irracionalidade dos mercados atuais. Entretanto, para Santos esta racionalidade se dá pelos fins e meios pelos quais a sociedade se curva, desse modo o elemento da ação atual é a retórica. São assim, conclui, “obedientes à razão do instrumento, à razão formalização, ação deliberada por outros, informada por outros” (SANTOS, 2017, p. 226).

Para Polanyi (2000), dado estas ações deliberadas e informadas, ocorre a separação do trabalho de outras atividades, sujeitando às leis do mercado. Com isso, Polanyi (2000, p. 198) afirma que “foi o mesmo que aniquilar todas as formas orgânicas da existência e substituí-las por um tipo diferente de organização, uma organização atomista e individualista” (POLANYI, 2000, p. 198). Desse modo, “a proteção da sociedade recai sobre os dominadores, que podem impor sua vontade diretamente” (POLANYI, 2000, p. 200).

Após um século de “desenvolvimento” cego, o homem está restaurando seu *habitat*. Se a industrialização não deve extinguir a raça, ela precisa se subordinar às exigências da natureza do homem. A verdadeira crítica à sociedade de mercado não é pelo fato de ela se basear na economia – num certo sentido, toda e qualquer sociedade tem que se basear nela – mas que a sua economia se baseia no auto interesse. Uma tal organização de vida econômica é inteiramente antinatural, no sentido estritamente empírico de excepcional (POLANYI, 2000, p. 289).

Por fim, observamos que dentro do sistema planetário, a matéria e energia seguem os princípios termodinâmicos (entropia), entre os quais, os espaços da produção e da circulação (abundância), bem como, os espaços da distribuição e do consumo (distribuição) se unem. São os *sistemas de objetos* (naturais ou fabricados) e os *sistemas de ações* (deliberados ou não deliberados) que irão definir a sociedade. O tempo é um fator histórico, ele oferece aos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* novos arranjos, aproveitando de condições passadas e criando novas condições para o *devir*, bem como rugosidades espaciais.

Com a união de outras disciplinas, como a física, a ecologia e a economia, todo o modelo teórico de Milton Santos é expandido, chegando mais próximo da noção de *totalidade espacial*. Os elementos espaciais, bem como sua *estrutura*, *processo*, *função* e *forma*, estão ligados aos pilares da economia ecológica (*distribuição justa*, *escala sustentável* e *alocação eficiente*). Os capitais naturais, cultivados, manufaturados e culturais estão intercalados no espaço e tempo, corroborando com os *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*. A ação humana, devido a todos os elementos que foram alocados, está atrelada às firmas, sendo que estas representam uma categoria à parte para uma análise.

Todavia, ao se considerar os limites do Estado, e torná-los mais fortes e eficazes, pode ser que seja possível sair de uma visão de curto prazo, desfavorável a sobrevivência, para uma visão de longo prazo, que tem a sobrevivência garantida em *devir*. Tudo que entra neste processo metabólico tem seu início com baixa entropia, tendo o seu final, em alta entropia, portanto, é o presente que definirá não apenas o seu tempo, mas também as futuras gerações.

Assim sendo, neste subcapítulo fazemos a união entre duas disciplinas, geografia humana e economia ecológica, que podem ter sua representação no modelo proposto (Figura 3.16). Na Tabela 3.2 é possível identificar a localização dos principais conceitos, categorias e noções utilizados ao longo deste trabalho, correspondente ao modelo proposto. Os conceitos de *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, bem como outras noções, são elementares para os próximos capítulos, que visam uma análise dos riscos e vulnerabilidades relacionados a questão mineral, também em escala nacional, para posteriormente, ser aplicado ao estudo de caso (Projeto Salobo).

Figura 3.16 - Modelo da interação entre a Geografia Humana e a Economia Ecológica.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3.2: Mapa da simbologia com os principais conceitos utilizados no instrumental teórico da Figura 3.16.

Símbolo	Conceitos	Localização na tese	Símbolo	Conceitos	Localização na tese
	Alocação eficiente, distribuição justa, escala sustentável.	Capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio.		Matéria e energia. (Física).	Capítulo 2.3 – As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico.
	Elementos espaciais.	Capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais.		Estruturas espaciais.	Capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais.
	Estrutura, processo, função e forma.	Capítulo 3.3 - Mineração e barragem de rejeitos: estrutura, processo, função e forma.		Ação humana (ordem técnica, ordem da forma jurídica e ordem do simbólico).	Capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos.
	Distribuição e abundância. (Ecologia).	Capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais.		Tempos históricos e o devir.	Capítulo 1.5 – O devir como método.
	Sistemas de ações e sistemas de objetos.	Capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos.		Resto do mundo (rendas, fluxo de capitais, importação e exportação).	Item não trabalhado durante a tese por não fazer parte do escopo, mas de fundamental importância para se entender a totalidade.
	Visão ética (de curto e de longo prazo).	Capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções.		Elementos ocultos: 1) rugosidade espacial, 2) capacidade de suporte, 3) sociedade de risco, e 4) desengenharia.	1) Capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial. 2) Capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais. 3) Capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial. 4) Capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais.
	Limites (das instituições, dos recursos e dos direitos humanos).	Capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos.			
Outros conceitos importantes: 1) Categorias capitais 2) Fluxo entrópico 3) Recursos de fundo de serviços e recursos de fluxo de estoque 4) Trocas econômica e ecologicamente desiguais 5) Totalidade espacial.			1) Capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais; 2) Capítulo 2.3 – As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico; 3) Capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções; 4) capítulo 1.6 - As teorias, os métodos e seus procedimentos; 5) Capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial.		

Fonte: Elaborado pelo autor

4. MINERAÇÃO E BARRAGENS DE REJEITO: A SOCIEDADE DE RISCO, GESTÃO DE RISCO E DESENGENHARIA

Nesse momento, a investigação busca, sem pretender esgotar, nas questões relacionadas à questão mineral e no objeto do estudo, barragens de rejeito. Dentro desse objeto, está sendo produzido uma análise do evento relacionado ao rompimento das barragens, algo que pode ocorrer em quaisquer períodos no tempo (*devoir*). Para tal, buscamos compreender os riscos e vulnerabilidades desses eventos pelo olhar da geografia humana e economia ecológica, adicionando a *sociedade de riscos* de Ulrich Beck e *desengenharia* de Luis Enrique Sánchez, além é claro, de outras áreas do conhecimento, conforme exposto no instrumental teórico da Figura 3.16.

As *verticalidades* e *horizontalidades* compreende a integração e relação das coisas e seus fenômenos torna-se fundamental. Desse modo, Tiezzi (1988) apresenta uma estrutura analítica que consiste nos maiores desafios e problemas da nova ecologia. O autor se refere ao tempo histórico e biológico, e sua relação com a cultura econômica e social que apresenta uma encruzilhada a espécie humana. Portanto, inúmeros desafios foram abordados ao longo dessa pesquisa, principalmente pela ótica que pretendesse abordar, na qual, serão resgatadas em diversos momentos. Entretanto, é necessário adicionar novos elementos e noções para que se busque um olhar dotado de *totalidade espacial*.

A guerra nuclear, aumento da população, desequilíbrios biológicos, desperdícios energéticos e perda do patrimônio genético são alguns pontos destacados por Tiezzi (1988). O mundo está em rota de colisão direta com a ideia do crescimento sem limites, na qual, em um dado momento será necessário inverter a direção e se defrontar com uma nova cultura do desenvolvimento. Nesse momento não podemos desconsiderar as questões biológicas e termodinâmicas, pois elas são fundamentais para junção das “[...] duas ciências com a econômica, com a vida social e com os processos produtivos” (TIEZZI, 1988, p. 7).

Portanto, apresenta uma visão que vai ao encontro com a ótica adotada nessa pesquisa. Tal convicção, em substância, para Tiezzi (1988. p. 7), parte de três considerações:

- 1) O equilíbrio da natureza é um equilíbrio extremamente delicado que, com facilidade, o homem pode modificar de maneira irreversível; a natureza não é um reservatório ilimitado de recursos;
- 2) A coletividade jamais é indenizada pela destruição e pelo desperdício dos recursos naturais e ambientais, nem em termos econômicos, nem em termos sociais;
- 3) O fictício bem-estar da sociedade de consumo baseia-se na exploração real de três categorias de pessoas:

- a) As novas gerações, que irão se deparar com os recursos escassos com um ambiente poluído;
- b) Os grupos mais fracos e marginalizados, que sofrem danos sobre a saúde, com a poluição, etc., sem usufruir das vantagens econômicas do consumismo
- c) Os países do terceiro mundo, que paga nossas necessidades consumistas com a monocultura, com o próprio ambiente destruído (natural e culturalmente), e a fome (TIEZZI, 1988, p. 7).

Destarte, a mineração torna-se um dos melhores exemplos da *falácia da concretude deslocada* tanto pelo enfoque do crescimento sem limites, quanto pela sua real necessidade de quebra de paradigma para uma nova cultura. Quando se pensa na *estrutura, processo, função e forma* do setor mineral, torna-se evidente o desequilíbrio para com a natureza, na qual as ações humanas transformam o espaço de maneira irreversível, afetando desse modo, diversas perspectivas temporais e criando *rugosidades espaciais*. Com os atuais rompimentos e vazamentos ocorridos em Minas Gerais, no Pará e, atualmente na Bahia, percebemos a coletividade como responsável para com os prejuízos e passivos ambientais, pois a riqueza gerada, sabemos, é ilusória no longo prazo. Dentro desta ilusão, o bem-estar torna-se questionável, pois pessoas são exploradas arcando apenas com as externalidades negativas destes passivos ambientais, econômicos e sociais.

Na revolução industrial, há finalmente uma declaração de guerra contra a natureza Vivien (2011), pois as visões de Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650) são reescritas pelos positivistas do século XIX, virando palavras de ordem. Para estes autores, a natureza devia atender as necessidades dos seres humanos, pois, são as pessoas os senhores de todas as coisas. Com a constatação da finitude geografia nesta época, levando ao fim das grandes navegações, os objetivos das sociedades foram alterados, a guerra e a conquista dos territórios não eram as maiores metas, e sim, a reordenação do poder político para os industriais, em especial os engenheiros.

Para Polanyi (2000), após o domínio do credo liberal, um sistema de mercado apresentado pelas políticas industriais, utiliza os meios necessários para atender seus objetivos. Logo, a proposta de livre mercado defendido por esta corrente se vale do Estado como meio de reordenação do poder, utilizando a força da lei e até mesmo guerras, em que *tempo é dinheiro*.

Tiezzi (1988, p. 32) afirma que “o progresso é medido pela velocidade com que se produz [...]”, a depleção dos recursos da natureza é a fonte de tudo, acrescentando que nessa visão, “[...] quanto mais rapidamente se transformar a natureza, tanto mais se economiza tempo” e conseqüentemente, dinheiro. Percebemos a total desconsideração do tempo entrópico, e que o inverso da mentalidade atual torna se necessário, já que o tempo necessita ser esticado e não minimizado, pois apenas assim se garantirá a sobrevivência. Logo, o tempo não é apenas

dinheiro, pois essa visão é reducionista dentro de uma mentalidade capitalista, afinal, o tempo é vida, algo que supera ideologias. Tiezzi (1988, p. 32) acrescenta que “o tempo tecnológico é inversamente proporcional ao tempo entrópico; o tempo econômico é inversamente proporcional ao tempo biológico”, que consiste nesse momento em um axioma fundamental para a pesquisa. Assim, a importância da *consciência de espécie*, algo que deve superar as classes, pois todos são afetados, ricos e pobres, todavia, no primeiro momento são os mais vulneráveis a arcar com os passivos. Portanto, a relação homem-natureza gera escassez de recursos naturais, problemas demográficos, guerras, algo que afeta a sobrevivência da espécie humana e tantas outras que não são capazes de decidir o próprio futuro.

A mineração, é uma atividade tão antiga que se confunde com a própria história da humanidade, teve sua alavancagem produtiva nesse momento de força das políticas industriais, tornando cada vez mais técnica. Desse modo, não é possível imaginar uma sociedade, ainda mais nos moldes modernos, sem atividades minerais. A atividade mineral transforma a natureza e seus processos apesar de evoluírem, pouco há de inovação real, ou seja, seus processos remontam o século XX. Desse modo, dentro das escolas de administração, a mineração encontra-se presa no seu primeiro momento embrionário, final do século XIX e início do século XX. Verificamos muitas semelhanças dentro deste segmento industrial com autores clássicos da administração, como: Frederick Taylor (1856-1915), Jules Henri Fayol (1841-1925), Henry Ford (1863-1947) e até mesmo Elton Mayo (1880-1949), utilizando suas técnicas e ferramentas. Contudo, a mineração nada mais é do que uma forma científica de alocação da força de trabalho, cujo objetivo consiste na redução de custos, exploração do trabalho, com elevado desperdício de natureza, para maximizar os lucros, em processos que desconsideram os anseios e receios da sociedade civil, típico de organizações fechadas ao seu ambiente.

A atividade da mineração, por mais que possa incorporar novos elementos das escolas de administração, mantém suas bases em princípios administrativos clássicos, do qual por um prisma moderno, são ultrapassados. Não é uma atividade inovadora, por mais que seja intensiva em capital, tão pouco, podemos considerar uma atividade sustentável. Todavia, devemos entender como essa atividade pode agregar valor para a sociedade se valendo dos pilares da economia ecológica, compreendidos pelos elementos espaciais da geografia humana. As riquezas da terra, como os minérios, são limitadas, apresentam características de rigidez

locacional,³⁵ sendo dependentes, como no caso brasileiro de uma mentalidade e técnicas pouco adequadas.

Além desses problemas, Sciliar (1996, p. 11) apresenta que “[...] no Brasil de hoje, uma parcela significativa da mineração é uma mistura de atividade empresarial e banditismo”. Rodrigues e Rodrigues (2019) adicionam ainda o problema relacionado às instituições fracas e o clientelismo existente entre as empresas mineradoras e os municípios que possuem estas atividades. Suas análises vão ao encontro com o que foi observado por Ross (2015), no caso desse estudo, o petróleo, ao qual ele avalia as riquezas minerais geram nos políticos, práticas clientelistas que buscam apoio político das empresas, apresentando com isso, os efeitos nocivos à própria democracia.

Rodrigues e Rodrigues (2019) estudando o Estado de Minas Gerais, concluíram que tem relação com o banditismo apresentado acima. Para os autores, nos municípios com riqueza mineral, há, inevitavelmente, um aumento de cargos comissionados, gastos com distribuição “gratuita” de bens, materiais e serviços, além das questões relacionadas às hipóteses de reeleição com compra de votos. Consideram ainda que nessas circunstâncias, as riquezas minerais tornassem uma maldição, quando não se possui instituições fortes, vejamos, na visão dos autores, “[...] parece equivocada a recente mudança na legislação brasileira, por meio da qual, sem quaisquer condicionantes, serão transferidos ainda mais royalties da mineração aos municípios” (RODRIGUES; RODRIGUES, 2019, p. 16).

Já para Sciliar (1996, p. 26), geralmente os Estados e municípios “[...] vivem de pires na mão à procura de recursos”, e no governo brasileiro, há muito tempo vem aceitando o papel de fornecedor de matérias-primas para o mercado internacional.

Portanto, é urgente que sejam implementados instrumentos que possam ampliar a governança da riqueza gerada pela extração de recursos minerais. Isso porque os prefeitos têm enorme discricionariedade no emprego dos royalties da mineração, já que há apenas a vedação legal de que estas receitas não sejam utilizadas para o pagamento de dívidas ou de salários do quadro permanente de pessoal. Uma possível solução para ampliar esta governança é a criação de conselhos, paritariamente compostos por membros da sociedade civil, do setor produtivo e dos governos, os quais teriam a responsabilidade de decidir sobre a aplicação dos royalties da mineração. Desde que estes conselhos não fossem politicamente aparelhados, esta ação poderia contribuir para que os royalties da mineração possam ser convertidos em prol do desenvolvimento das comunidades locais (RODRIGUES; RODRIGUES, 2019, p. 16).

É por causa das fragilidades institucionais, que são manifestas do licenciamento ambiental, ao monitoramento e controle, em todas as fases, nas quais as instituições demonstram ser incapazes de lidar com os riscos da mineração (MANSUR, et al., 2016).

Rodrigues e Rodrigues (2019, p. 16), ao analisar o município de Mariana/MG, percebem que de 2009 a 2015, houve a troca de nove prefeitos. Além disso, a compra de votos, os gastos ilícitos e a utilização de dinheiro público para promoção pessoal são os principais motivos de cassação dos mandatos. Logo, uma “análise da relação entre a riqueza mineral e a corrupção no nível local é outra importante e necessária iniciativa de pesquisa no tema” (RODRIGUES; RODRIGUES, 2019, p. 16).

Tiezzi (1988) considera que a visão econômica convencional está ligada aos mecanismos positivistas dentro da cosmologia newtoniana. Tiezzi (1988, p. 174) destacou que “[...] os conceitos de entropia, de indeterminação, de incerteza, patrimônio da ciência moderna, ainda não mineram os errôneos pressupostos de determinação e de certeza da teoria econômica”. Neste sentido:

O ambiente e as gerações futuras não podem ser mais excluídos do mercado, ao chegarmos a esse dilema histórico entre as opções da sobrevivência e as da destruição global do planeta: a economia não pode mais basear-se em ciências reversíveis (mecânicas), mas sim em ciências em devir (biológicas, termodinâmicas). O sistema vivo não possui o determinismo da tecnologia. A redução do sistema vivo a quantidade, à medida, não é possível: a economia clássica é uma forma de reducionismo (TIEZZI, 1988, p. 175).

Dessa forma, buscando sair desse determinismo tecnológico e reducionismo econômico, Veyret diz a respeito das noções de ruptura e de descontinuidade. Ao se pensar nos riscos e vulnerabilidades desses empreendimentos, Veyret (2015, p. 20) afirma que “[...] a crise leva a uma reflexão a ruptura, descontinuidade brutal e às vezes definitivas ou passagem de um equilíbrio dinâmico a um outro”. Este pensamento vai ao encontro aos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, que geram *efeitos colaterais latentes*, e por sua vez transforma-se na base fundamental para toda a análise que se pretende criar nesse capítulo. A divisão desta unidade será dividida por seis seções (subcapítulos), vejamos:

1) A mineração no Brasil, seus royalties e desafios (4.1): essa unidade apresenta em termos gerais como foi o processo de mineração no Brasil no século XX e a importância desses recursos para a sociedade moderna. Será apresentada uma introdução da história da CVRD (Vale S.A.) e como o Estado organizou a produção brasileira ao longo dos anos. Falaremos também do fundo de compensação financeira (CFEM) que são os royalties minerais, no qual apresentamos suas principais características e desafios. Por fim, é apresentado o Plano

Diretor de Mineração, sob uma proposta de formulação que tenta avançar na relação sociedade e a firma.

2) Barragens de rejeitos: questões históricas e técnicas (4.2): apresentamos como o objeto de estudo (barragens de rejeitos) se constitui no evento do rompimento ao redor do mundo. Rompimento de barragem não é um evento novo na história da humanidade, sendo potencializado conforme a exploração amplia suas escalas. Apresentamos os principais métodos construtivos, suas técnicas, e as principais formas de ruptura. No atual modelo econômico, não há limitadores de escala, com isso, cria-se barragens cada vez mais altas, e com mais rejeitos, representando um risco cada vez maior.

3) Barragens de rejeitos: questões jurídicas e políticas (4.3): apresentamos a evolução jurídica com relação aos ordenamentos ambientais, relacionado as barragens de rejeito no mundo. São avaliadas formulações jurídicas de alguns países e do Brasil, seus princípios e noções. A legislação brasileira vem evoluindo com o tempo, mas carece de muitos avanços, necessitando de políticas públicas mais severas para crimes corporativos. A Política Nacional de Segurança de Barragens (PSNB), lei federal 12.334/2010, é apresentada, detalhando sua instrumentação em dois principais norteadores que utilizados na Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA), em que explicamos o seu modelo.

4) A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial (4.4): nesse momento, adicionamos uma nova categoria analítica ao debate, sob a tese de Ulrich Beck da *sociedade de risco*. Os riscos da mineração, em sua ampla maioria, são desconhecidos pela sociedade, apresentando como elementos ocultos. Compreender os riscos e suas amplitudes, como os *efeitos colaterais latentes*, são os objetivos traçados ao longo do texto. O risco é um objeto geográfico, logo está presente na *totalidade espacial*, carecendo de incorporá-los aos modelos econômicos e a arquitetura social. Para tal, é de suma importância se valer do espaço banal, para que se possa identificar os atores da sociedade civil na construção de uma modelagem pautada na transformação social em *devir* (entrópica e ecológica). Portanto, as políticas e subpolíticas são elementos fundamentais para o avanço da proposta do *efeito transbordamento*.

5) Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro (4.5): a firma constitui em um elemento transformador do espaço, logo, necessita de uma análise do seu gerenciamento de risco. Apresentamos as principais técnicas e ferramentas com relação à gestão de riscos no chão de fábrica (operação) e como interagem com o gerenciamento de projetos. Os ciclos de vida dos projetos são condicionados aos riscos e incertezas, bem como seus custos,

com as mais variadas amplitudes. São apresentados os pilares de segurança das barragens de rejeito utilizando das melhores práticas do mercado. Por fim, ao considerar o mercado financeiro, apresentamos como este compreende e gerencia seus riscos, e a importância do *compliance* para a gestão moderna.

6) Do plano de fechamento de mina à *desengenharia* dos complexos industriais (4.6): o desenvolvimento econômico é uma métrica ao se pensar na questão mineral, todavia, pode não ocorrer a contento. Para se evitar isso, apresentamos a estrutura dos manuais de fechamento de mina. O pós-encerramento é central, afinal, sabemos que os recursos minerais não são renováveis. Nesse sentido, são apresentadas algumas alternativas e soluções para que busquemos um real desenvolvimento, evitando passivos ambientais e de sofrimento social, cuja responsabilidade sobre os custos são das firmas e da regulação, licenciamento e fiscalização das instituições do Estado.

4.1. RECURSOS MINERAIS: A MINERAÇÃO NO BRASIL, SEUS ROYALTIES E DESAFIOS

A história da mineração se confunde com a própria evolução da humanidade, sabemos que os períodos mais relevantes são datados pela utilização dos recursos naturais. A idade da pedra (8.000 A.C), idade do bronze (3.000 A.C), idade do ferro (2.000 A.C), idade do carvão (1.600 D.C), idade do petróleo (1850, D.C) e idade do urânio (1.950, D.C). Em todos esses períodos, a espécie humana fez uso de recursos minerais para criação de artefatos. Sabemos que foi a partir da idade do bronze que a espécie humana se tornou mais organizada as questões referentes às pesquisas, desenvolvimentos e beneficiamentos dos minerais, operando inclusive em minas subterrâneas. Ainda que os primeiros relatos de atividades minerárias vem da época dos egípcios com a lavra de turquesa utilizada para inúmeros fins (CASTRO; NALINI JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 30).

Dentro do contexto moderno, a Figura 4.1 apresenta algumas utilizações dos recursos minerais.

Figura 4.1 - Empregos comuns da mineração na sociedade moderna.

Construção
Agricultura
Medicina
Ciência e Tecnologia
Transportes
Comunicações
Manufaturados
Bens de Consumo
Artes

Fonte: Tanno, et al. (2003, p. 4).

A mineração consiste em um desafio para a gestão pública e privada, pois é uma atividade que modifica o ambiente natural, provocando com maior ou menor intensidade, diversos impactos ambientais, como: desmatamento, erosão, movimentação de terra, assoreamento de corpos d'água, instabilidade de taludes, alteração dos aquíferos subterrâneos, contaminação das águas e solos, entre outros que afetam a fauna, flora e outras áreas. Por esses motivos a mineração é uma atividade que constitui grandes conflitos e disputas, apesar de que por outro lado, é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico. Logo, o desafio consiste em garantir o suprimento de matérias-primas assegurando a qualidade ambiental e social. Portanto, as soluções passam invariavelmente pelo poder público, com políticas que “[...] contemplem o planejamento, ordenamento e aprimoramento tecnológico da mineração” (SINTONI, et al., 2003, p. 7).

Verificamos que o ser humano interfere há muito tempo no ambiente natural alterando o ciclo de vida e o equilíbrio do planeta, nesse caso, os espaços urbanos tornam-se o ambiente natural (PADILHA, 2010). Além disso, Silva (2017, p. 73) considera que este equilíbrio “[...] deve ser mantido e almejado sempre que este se torna vulnerável”, ou seja, quando o natural começa a se artificializar em demasia colocando em risco a sobrevivência das espécies. Este autor acrescenta que ao se pensar nas barragens existem exemplos contundentes da interferência do ser humano ao estado natural, sendo que estes objetos possuem “[...] risco proveniente de tais construções, como o de infiltrações, contaminações e sobretudo, nas diversas formas de rupturas dessas instalações e os danos decorrentes desses acidentes” (SILVA, 2017, p. 73).

Por sua vez, Branco (2016) apresenta uma breve história da mineralogia no Brasil, na qual temos o uso de materiais minerais que se iniciou muito antes da chegada dos colonizadores. Os índios empregavam diversos tipos de minerais: jaspe, cristal de rocha, calcedônia, hematita, serpentina, jade, amazonita, ágata, aventurin, citrino, nefrita etc. Estes minérios eram utilizados para diversos fins: ferramentas (machados, pontas de flechas, mãos de pilão, facas, furadores, raspadores) a rituais religiosos (estatuetas e ídolos) e não religiosos (oferendas), bem como objetos de adorno pessoal (muiraquitãs, pingentes, tembetás e pedras de mando).

Nesse sentido, Castro, et al. (2011), reforça que não se pode esquecer-se de fazer referência à dominação espanhola nas Américas, antes de aprofundar na questão brasileira. Assim, após a chegada de Cristóvão Colombo em 1492, observaram os anéis nos dedos dos indígenas da Ilha de Guanahani, fato que impulsiona seus interesses nas riquezas naturais do território recém descoberto. Na busca pelo eldorado, a coroa espanhola lança Hernán Cortez na conquista de territórios, na qual uma série de impérios sucumbem ao domínio dos espanhóis e que possuíam cerca de 80% da produção do ouro em escala mundial do século XVI, ocasionando um grande problema inflacionário, dado a expansão monetária. Contudo, esses eventos influenciaram os portugueses que, ao chegarem ao Brasil pensam terem encontrado um novo eldorado.

Todavia, frustrando as expectativas dos portugueses, após 200 anos da “descoberta”, não haviam encontrado uma quantidade significativa de ouro e prata. A estratégia da coroa portuguesa se mantinha na exploração do território, incentivando expedições no interior da colônia, a fim de encontrar o eldorado. No final do século XVII finalmente encontram “[...] ouro de aluvião (depósito sedimentar formado por enxurrada nas margens ou foz de rios) começaram as descobertas nos córregos e ribeirões das vizinhanças mineiras de Ouro Preto, Mariana, Sabará e Caeté” que dá início a primeira corrida mineraria da história do Brasil, no

estado de Minas Gerais, que carrega em seu nome a força mineral (CASTRO; NALINI JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 34).

Sciliar (1996, p. 61) destacou que no ciclo do ouro (1690-1790), teve um papel importante para a acumulação primitiva de riquezas, pois nessa época foram produzidas em torno de 840 toneladas de ouro, que representava 2/3 da produção mundial. Contudo, no Brasil da época colonial ao império, a coroa portuguesa não se interessava pelo minério de ferro de forma expressiva, sendo este o principal recurso explorado atualmente (CASTRO; NALINI JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 34).

A siderurgia nesta época era inclusive rechaçada no país:

As forjas (fornalhas) para a produção do ferro, proibidas. Tanto que, em 1785, o governo português declarou como ilegal a fabricação de ferro na colônia e ordenou a destruição de todos os fornos existentes. Dez anos depois, mudanças políticas em Portugal culminaram no incentivo à extração e manufatura do ferro, dando início à construção de diversas fábricas, como as do Morro do Pilar, Ipanema e Congonhas do Campo (CASTRO; NALINI JÚNIOR; LIMA, 2011, p. 38).

Para Sciliar (1996) e Carvalho (2010), a produção de ferro, em escala comercial no Brasil, teve início com Afonso Sardinha Filho, onde, em Araíçoaba perto de Sorocaba (SP), foi criada a primeira fundição de ferro no país, em 1589, constituindo duas forças catalãs, funcionando até 1629. É importante destacar a dificuldade operacional, devido à falta de mão de obra especializada, na qual esta lacuna só começa a ser preenchida quando o barão de Wilhelm Ludwing Von Eschwege, utilizando seus conhecimentos hidráulicos, consegue produzir ferro em seus fornos no ano de 1812. Portanto, em 1819 Eschwege torna-se responsável pela primeira companhia de capital privado do país, a explorar recursos minerais na Mina da Passagem de Mariana/MG (ÁVILA, 2012).

Carvalho (2010), acrescenta que com a necessidade de mão de obra especializada, foi criada a Escola de Minas Brasileira, a pedido do Dom Pedro II, inaugurada em 1876, no município de Vila Rica, atual Ouro Preto/MG. Silva (2018), reforça a importância desta ação, pois, com essa instituição, a formação de profissionais chegou a revolucionar o mercado de minério de ferro no país. Sciliar (1996) ainda acrescenta o momento em que as mineradoras inglesas na região do quadrilátero ferrífero, tiveram boa parte de suas atividades suspensas devido às descobertas de jazidas minerais na Califórnia, em 1848, e na Austrália, em 1851. Em torno do ano de 1860, retorna os investimentos ingleses aos depósitos de ouro brasileiros, todavia, esses investimentos também foram suspensos e nunca mais retornaram, dado as descobertas das jazidas na África do Sul, em 1886, no Colorado em 1891 e no Alasca, em 1896.

Não devemos nos esquecer que entre as empresas inglesas sobreviventes desse período, todas possuíam outras razões sociais e proprietários, ligando diretamente a questão ao problema dessa pesquisa. Portanto, o momento da virada do ciclo produtivo mineral brasileiro ocorreu, de acordo com Castro, et al. (2011), em 1886, período, no qual foi admitido que o futuro do país estaria no minério de ferro e não mais no de ouro.

Em 1889, a República se instala por meio da “[...] união das forças políticas agrárias levando a constituinte a inserir o ‘direito fundiário’ ou de ‘acessão’ na Constituição de 1891” (SCILIAR, 1996, p. 80). O artigo, 72, § 17, de 1891, afirma que os direitos de propriedade mantêm em toda a sua plenitude, salvo a desapropriação por necessidade ou utilidade pública, mediante indenização prévia. Para Sciliar (1996), esta política incentivou a aquisição de enormes propriedades por empresas interessadas nas jazidas minerais. Com a Lei Pandiá Calógeras, em 1915, e posteriormente, em 1921, com a Lei Simões Lopes, o poder dos proprietários de terra é minimizado, sendo ao mesmo tempo concedido direito aos responsáveis pelas descobertas minerais. Portanto, a Lei Simões Lopes, é considerada “[...]o primeiro código de mineração, pois reúne dispositivos de caráter técnico e jurídico relativos aos direitos do prospector, a classificação das jazidas e as empresas de mineração” (SCILIAR, 1996, p. 80).

Por fim, com “a publicação do Código Civil, em 1921, reafirmando a posse pelo dono da terra de tudo o que está acima e abaixo da sua propriedade, selou o entendimento constitucional do direito fundiário” que foi alterado apenas na Constituição de 1934 (SCILIAR, 1996, p. 81).

Apenas no ano de 1930 tivemos o início da extração do minério de ferro em Itabira/MG, que devido à demanda na Segunda Guerra Mundial (1939-1945) o presidente brasileiro Getúlio Vargas nacionalizou o segmento por meio do decreto de lei n. 4352/1942 (BRASIL, 1942), com isso, criou-se a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Sciliar (1996) e Coelho (2015) relembram os acordos assinados entre o Brasil, Estados Unidos e Grã-Bretanha, no ano de 1942, conhecido como *Acordos de Washington*. Um dos pontos chave desses acordos tem relação com a extração e logística na exportação do minério de ferro das minas de Itabira/MG, que naquele momento pertencia à Itabira Iron Ore Co., de capital inglês. Foi neste acordo que o governo inglês transferiu as jazidas da Itabira ao governo brasileiro, “[...] enquanto esse se incumbiria de montar a estrutura de transporte que viabilizasse a exportação do minério” (SCILIAR, 1996, p. 86-87).

Nesse sentido, para cumprir as cláusulas desse acordo, foi criada a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Sciliar (1996) ressalta que entre os críticos desse acordo estava o ex-

presidente da República Arthur Bernardes, que no prefácio do livro, *Desnacionalização da Amazônia*, assim se manifesta:

Ainda agora o minério de ferro, cuja exploração era ambicionada pela Itabira, pretensão essa por mim combatida, acabou sendo cedido aos Estados Unidos e à Inglaterra, num tratado para nós ridículo e humilhante. Em relação ao valor econômico desse minério, basta dizer que o preço ajustado entre o governo brasileiro e os governos americano e inglês foi um preço fixo de Cr\$100,00 por tonelada de minério que fosse exportado pela Vale do Rio Doce. Qual o preço atual do minério? Dezoito dólares e cinquenta centavos é o preço corrente... (que equivale a trezentos e poucos cruzeiros). Pois bem, são os estrangeiros que embolsam a diferença de 100 para 300 cruzeiros (SCILIAR, 1996, p. 87).

No filme, *A nossa história* (NOSSA..., 2012) apresenta que em 1951 a CVRD começa o processo de automatização da planta operacional, utilizando equipamentos como: britadeiras, escavadeiras, caminhões fora de estrada, correias transportadoras, vendendo minério para 53 siderurgia em 10 países no mundo. Nos anos 70, com a conclusão da ferrovia Vitória-Minas, a CVRD torna-se a maior exportadora de minério de ferro do mundo. Além disso, com a descoberta das reservas de Carajás/PA em 1967, iniciando sua estrutura em 1981, a empresa passou a utilizar tecnologia de ponta, inclusive para extração de minério a seco. Em 1997, após muito debate e discussão o governo federal, com o presidente Fernando Henrique Cardoso, privatiza a empresa, conseqüentemente, passa a realizar “[...] importantes investimentos, com expansão mundial, e a ter suas ações negociadas nas bolsas de Nova York, Paris e Hong Kong” (SILVA, 2018, p. 10).

Essa privatização é considerada por Ribeiro Júnior (2011), como *privataria tucana*, considerando o maior assalto ao patrimônio brasileiro da época, vendido abaixo do preço de mercado com diversas transações ilegais. Posteriormente, a empresa já globalizada, com intuito de modernizar, passa a ser chamada Vale S.A., portanto, na gestão do ex-presidente/CEO da empresa, Roger Agnelli, chega ao seu auge de alavancagem financeira e produtiva.

No entanto, algumas questões do governo Vargas devem ser expostas, pois, conforme a Constituição de 1934, “[...] a posse da terra é distinta da propriedade do bem mineral, derrubando o direito fundiário, vigente desde 1891”, apresentando em 1937 uma evolução no código mineral (SCILIAR, 1996, p. 93). Esta evolução, ocorre pela mudança de mentalidade da administração pública para com os recursos públicos. Desse modo, os recursos minerais são bens importantíssimos e estratégicos para quaisquer países minimamente soberanos, sendo fonte de riqueza a séculos. O procedimento anterior, basicamente, abria mão dessa riqueza comum para a propriedade privada, permitindo o saque e a espoliação das riquezas nacionais

sem nenhuma contrapartida. Portanto, a propriedade privada continuou a ser respeitada, mas as riquezas que estiverem em cima ou abaixo do solo, são propriedades distintas, na qual o governo federal deve ou não autorizar sua exploração.

Artigo 143/1937 - As minas e demais riquezas do subsolo, bem como as quedas d'água, constituem propriedade distinta da propriedade do solo para efeito de exploração ou aproveitamento industrial. O aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica, ainda que de propriedade privada, depende de autorização federal.

§1. A autorização só poderá ser concedida a brasileiros ou empresas constituídas por acionistas brasileiros, reservada ao proprietário, preferência na exploração, ou participação nos lucros.

§3. Satisfeitas as condições estabelecidas em lei, entre elas a de possuírem os necessários serviços técnicos e administrativos, os estados passarão a exercer dentro dos respectivos territórios, a atribuição constante deste artigo

Artigo 144 – A lei regulará a nacionalização progressiva das minas, jazidas minerais e quedas d'água ou outras fontes de energia, assim como das indústrias consideradas básicas ou essenciais à defesa econômica, ou militar da Nação (BRASIL, 1937).

Sciliar (1996) reforça que na época, muitos juristas consideravam a Constituição de 1934 e o Código das Minas de 1937 uma das maiores revoluções no que tange a propriedade privada. Criou-se assim uma nova situação legal definida por *res nullius*, que pode ser entendida como *coisa de ninguém*, ou seja, os minérios pertenciam a todos sem pertencer a ninguém particular. Esse dispositivo se manteve até a Constituição de 1988, quando os minérios são considerados bens da União, outra evolução. Castro, Nalini Júnior e Lima (2011, p. 44) reforçam que, a Constituição (1946) reabre a mineração ao capital estrangeiro, medida derrubada pela Constituição de 1988, sendo que nesse período são abertas diversas siderúrgicas.

O governo Vargas, também reorganizou os órgãos federais que eram responsáveis pelas questões minerais e geológicas. Em 1934, foi criado o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), esse era vinculado ao Ministério da Agricultura apresentando a seguinte composição:

- 1- Diretoria Geral;
- 2- Laboratório Central da Produção Mineral;
- 3- Serviço de Fomento da Produção Mineral;
- 4- Serviço de Águas;
- 5- Serviço Geológico e Mineralógico;
- 6- Escola Nacional de Química.

Durante a ditadura militar (1964-1984), devido às novas reestruturações nas políticas públicas do setor mineral, o general Castelo Branco, por meio da Exposição de Motivos

(391/64), adicionando a prioridade para o setor mineral. Desse modo, a Exposição de Motivos tem como objetivos fundamentais e prioritários da política do governo no setor de mineração:

- a) Aproveitar intensa e imediatamente os recursos naturais conhecidos;
- b) Ampliar, em curto prazo, o conhecimento do subsolo do país;
- c) Promover a regulamentação dos artigos 152 e 153, da Constituição Federal;
- d) Propor a revisão do Código de Minas.

No período da ditadura militar, o principal instrumento foi o I Plano Mestre Decenal para a Avaliação de Recursos Minerais do Brasil, que se encontra dentro do Plano Nacional de Desenvolvimento – PND – 1965 a 1975, capitaneado pelo general Emílio Garrastazu Médici. Esse plano é uma extensão do Programa de Metas e Bases de Ação, e teve um papel decisivo na retomada do crescimento econômico e o seu eventual “milagre”. Isso, devido à flexibilização política e econômica, pois as métricas aplicadas anteriormente, provinham dos economistas Octávio Bulhões, Roberto Campos e Mário Henrique Simonsen. Esses economistas continuaram as ideias econômicas do Eugênio Gudin, que tinha por base a estabilidade monetária (SCILIAR, 1996; BAER, 2009; LACERDA, 2013).

Souza (2008, p. 68), afirma que para estes economistas “[...] a inflação seria produto do excesso de moeda, que, por sua vez, resultaria do excesso de gasto público, de investimento privado e de salários, o que seria expressão do conflito distributivo”. Utilizando a história mineral, essa questão condiz com a época do ciclo de ouro apresentado acima. Como a moeda era basicamente o ouro e a prata, ao se explorar em demasia as colônias nas Américas, criou-se um processo inflacionário que gerou externalidades negativas a sociedade da época. Em momentos de desvalorização de um determinado bem, o empreendedor tem basicamente duas alternativas: fechar ou aumentar a produção para compensar a queda do lucro. Com o aumento da produção, o processo tende a tornar-se mais arriscado, com consequências graves para a sociedade e ambiente natural. Desse modo, a inflação é um importante parâmetro para a questão mineral, todavia, não está no escopo dessa pesquisa.

No II Plano Decenal da Mineração (1980-1989) foram adicionados grupos de trabalhos constituídos por representantes dos setores públicos e privados, entidades de classe, na qual o Ministério das Minas e Energia convocava e coordenava o conjunto de propostas programáticas. Sciliar (1996, p. 115) destacou que “em vez de estabelecer um plano com metas físicas prefixadas, estabelecimento de recursos necessários e meios de execução, a exemplo do I Plano Decenal da Mineração “[...] optaram por definir um conjunto básico de diretrizes a fim de nortear a política mineral nos próximos anos”.

Para Tanno, et al. (2003, p. 14), a dimensão territorial do Brasil, próximo a 8,5 milhões de km², apresenta uma diversidade de terrenos geológicos, com expressiva dotação mineral, produzindo “[...] mais de 70 tipos de substâncias minerais – 21 minerais metálicos, 45 não metálicos, 3 energéticos – e grande variedade de gemas”. Devido a estas características, no período de redemocratização que culmina na Constituição de 1988, diversos ordenamentos legais são aprovados, dos quais, Sciliar (1996, p.144-145) destacou:

Art. 176 § 1 e Art. 44 das Disposições Transitórias – a pesquisa e a lavra dos bens minerais somente serão permitidas à empresa brasileira de capital nacional. As empresas estrangeiras tiveram quatro anos (a partir da promulgação da Constituição) para terem o produto de sua lavra e beneficiamento destinado à industrialização do território nacional, em seus próprios estabelecimentos ou em empresa industrial controladora, ou controlada.

Art. 176 – Os recursos minerais pertencem à União (antes era o regime *res nullius* – coisa de ninguém)

Art. 231 § 3 – A pesquisa e a lavra de riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetuadas escutando-se o Congresso Nacional e ouvidas as comunidades afetadas.

Art. 174 § 3 e 4 – as cooperativas garimpeiras terão prioridade para pesquisa e lavra nas áreas onde estejam atuando.

Extingue-se o Imposto Único Mineral (IUM) cobrado pela União. O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), recolhido pelos estados, substitui o IUM. Além do ICMS, o minerador tem que recolher o Fundo de Compensação Financeira (Fundo de Exaustão - CFEM), conforme legislação estadual.

Art. 225 – a Constituição permite um controle rigoroso sobre a poluição do meio ambiente.

O Fundo de Compensação Financeira (CFEM), torna-se um objeto de pesquisa com vasta interpretação, sendo que para esse estudo apresenta por sua vez, um eixo secundário. Todavia, não menos importante a todo o contexto da mineração, sua importância se dá por ser o único recurso repassado ao Estado pela exploração mineral, visto que a Lei Kandir desonerou as mineradoras de alguns tributos. Costa, Zurutuza e Silva (2017) consideram que essa lei gera uma dupla perversidade com relação ao desenvolvimento regional, prejudicando o equilíbrio da arrecadação e a oferta de bens públicos, resultando desigualdades regionais. Assim, os autores ao analisar o período de 1997 a 2016 verificam que as perdas corrigidas de todas as unidades federadas (UFs) aproximasse a 270 bilhões de reais.

Analisando os valores acumulados entre 1997 a 2016, salienta-se que 82% do total das perdas concentram-se em cinco estados: Minas Gerais, que perdeu em arrecadação R\$ 64,65 bilhões, ou 24,0% do total nacional; Rio de Janeiro, com R\$ 60,70 bilhões (22,6%); Pará, com 35,72 bilhões (13,3%); Mato Grosso, com R\$30,88 bilhões (11,5%); e Espírito Santo, com R\$ 28,33 bilhões (10,5%) (COSTA, ZURUTUZA, SILVA, 2017, p. 117).

Enriquez (2007) buscou compreender se a mineração era ou não uma dádiva. A autora identificou um elevado nível de dependência e vulnerabilidade dos municípios que possuem

como principal fonte de renda, a mineração. O efeito encadeamento, ou seja, a capacidade do município para utilizar outras fontes de receitas pode contribuir para o peso do setor mineral nos municípios. Assim como, a questão do emprego apresenta uma melhora nessas regiões, todavia, não necessariamente são pessoas locais, gerando conflito com a população do território.

Essas e outras questões para Enriquez (2007, p. 350) encontra-se na proposta do CFEM em que “[...] o Brasil é um dos poucos que repassa a maior parte desses recursos para os municípios produtores”, sendo que, posteriormente caem na “armadilha do caixa único”. Por conseguinte, essa interpretação é confirmada por Rodrigues e Rodrigues (2019, p. 16), pois, dado aos recursos provenientes do CFEM, cria-se uma prática clientelista que aumenta a propensão de ocorrência de corrupção.

Lopes (2013) aplicando um modelo econométrico de corte transversal/seccional com séries temporais, conhecidos como dados em painel, buscou compreender se a mineração contribuiu, ou não, para o desempenho econômico dos estados brasileiros, entre 1998 e 2008. Lopes (2013, p. 70) avalia que, ao se pensar na mineração, “[...] este, em específico, não representa uma maldição, no sentido estritamente econômico, para os estados brasileiros produtores”. Todavia, não se foi observado uma clareza sobre este tópico com relação à dimensão social e ambiental, pois, os avanços significativos nessas dimensões, no estado do Pará, sendo o maior beneficiário dessa riqueza no período da pesquisa.

Portanto, o CFEM é uma contraprestação que os exploradores pagam a União, devido também, aos Estados e Municípios que possuem essas atividades. Em outras palavras, refere-se aos royalties repassados para a sociedade, algo que a nosso ver não pode ser confundido com um imposto. Frank (2014) lembra que apesar da CFEM ter uma ideia de compensação, o Supremo Tribunal Federal³⁶ atribuiu como participação de lucros, dando origem a várias discussões na doutrina. Alguns autores consideram um tributo, outros, um preço público, e uma terceira via compreende como uma taxa ambiental de natureza indenizatória, não chegando a um consenso. Percebemos que o CFEM consiste em uma compensação por um dano ambiental,

³⁶“No que tange à legislação de regência do setor mineral, o Código da Mineração foi editado há mais de cinquenta anos, encontrando-se dissociado da realidade econômica e produtiva do setor. A Medida Provisória que objetivava modernizar a legislação perdeu validade sem ter sido aprovada pelo Legislativo. Apesar de a lei da CFEM ter sido editada em 2017, a nomenclatura é imprecisa, suscitando a interposição de inúmeros recursos administrativos e judiciais que retardam, ou até impedem, a arrecadação da CFEM e sobrecarregam o reduzido quadro de pessoal da Agência Reguladora e da Procuradoria Federal” (TCU, 2018, p. 47).

muito diferente da ideia de taxa ou imposto (tributação)³⁷. A tributação é um objeto de obrigação, não apenas o direito, e sim uma valoração econômica, com ausência de vontade do devedor dentro de uma relação unilateral (prestação pecuniária compulsória).

Frank (2014) reforça que parte da doutrina sustenta que o CFEM não se enquadra ao tributo devido à ausência de fato gerador específico (artigo, 4º do Código Tributário Nacional). A autora reforça que a maioria dos doutrinadores do Direito Administrativo consideram o CFEM como preço público, por ser uma contribuição pecuniária que o particular deve pagar ao Erário em razão da venda de um bem material, baseado no faturamento da empresa.

Não concordamos com essa abordagem pelo simples motivo de desconsiderarem os impactos ao ambiente natural. Se formos por essa linha, não haverá sustentação para as firmas preservarem o meio ambiente, pois como a alíquota será em cima do faturamento, haverá incentivos para se reduzir custos, impactando na qualidade ambiental.

Devemos destacar que o CFEM não tem lastro compulsório,³⁸ ou seja, não há obrigatoriedade do gestor em aplicá-lo em determinado segmento, o que cria uma caixa preta quando se fala em transparência. Os recursos são destinados a projetos que deveriam criar externalidades positivas às comunidades, dados os efeitos negativos da exploração mineral. O foco seriam os projetos voltados para o meio ambiente, infraestrutura, educação e saúde. O CFEM, foi constituído pelas leis nº 7.990/1990 e 8.001/1990, regulamentada pelo decreto nº 01/1991.

Para Zhouri (2018), em agosto de 2017, havia por parte do governo federal uma intenção de reaquecer esse setor, no qual publicou um decreto para extinção da Reserva Nacional de Cobre e seus Associados (RENCA), que possui um vasto território (cerca de 46.000km²). Com o Programa de Revitalização Mineral Brasileira de julho de 2017 são apresentadas três medidas provisórias (MPs, 789, 790 e 791) que transformam o DNPM em Agência Nacional de Mineração (ANM), além de modificações do Código de Mineração (ainda não aprovada) e revisão das alíquotas do CFEM, conforme Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Sistema de alíquotas referentes aos recursos minerais brasileiros.

³⁷ “Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada” Art. 3 – Código Tributário Nacional (CTN).

³⁸ “Os recursos originados da CFEM não poderão ser aplicados em pagamento de dívida ou no quadro permanente de pessoal da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. As receitas deverão ser aplicadas em projetos que, direta ou indiretamente, revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação (item 80 da instrução relativa ao Acórdão 513/2018-TCU-Plenário)” (TCU, 2018, p. 10).

Recurso mineral	Alíquotas anteriores a MP 789/2017	Alíquota vigente - Lei 13.540/2017
Substância mineral destinadas a construção civil	2%	1%
Ouro	1%	1,50%
Diamante e demais substâncias minerais	0,2% para diamantes e 2% para os demais	2%
Bauxita, manganês, nióbio e salgema	0,2% para o nióbio e 3% para os demais	3%
Potássio, rochas fosfáticas e demais substâncias utilizadas como fertilizantes	3% para o potássio e 2% para os demais	2%
Minério de ferro	2%	3,5% para minério de ferro, chegando a 2% via decreto presidencial
Águas minerais e termais	2%	1%

Fonte: Elaborado pelo autor.

O CEPAL (2013) apresenta a importância da gestão das receitas públicas que vem do setor mineral e os seus benefícios para o desenvolvimento regional. Desse modo, a distribuição desses tributos, é uma determinante dentro de um processo de desenvolvimento sustentável, no qual, cabe ao governo assegurar investimentos eficientes, pois só assim, há possibilidade de ocorrer um *efeito transbordamento*. Para os autores desse relatório (CEPAL, 2013, p. 22), os principais instrumentos que os Estados possuem para o setor mineral são:

- 1) Legislação e regulação específica;
- 2) Planejamento e formulação de políticas setoriais, regimes tributários específicos, regimes de concessão e de participação público-privada no investimento e no desenvolvimento dos recursos naturais;
- 3) Criação de instituições específicas para os objetivos regulatórios, de fiscalização e de distribuição das receitas públicas derivadas da exploração de recursos naturais entre os vários níveis de governo;
- 4) Participação direta do Estado no desenvolvimento dos recursos por meio de empresas públicas, associações e contratos;
- 5) Gestão pública e mecanismos de resolução de conflitos socioambientais nos setores extrativos;
- 6) Criação de fundos públicos de poupança e investimento de destinação específica (por exemplo, direcionados para a educação, a inovação e o desenvolvimento) e fundos de estabilização macrofiscal para apoiar a gestão

macroeconômica anticíclica frente às variações dos preços internacionais dos recursos naturais exportados;

7) Políticas destinadas a promover a industrialização e a transformação produtiva dos setores de recursos naturais a partir de encadeamentos com o resto da economia e da incorporação de tecnologia.

Brasil (2015, p. 8) destacou que em junho de 2013 inicia-se a tramitação no Congresso Nacional referente ao novo marco regulatório que de acordo com o Ministério de Minas e Energia, o projeto busca:

- 1) Fortalecer a soberania do Estado sobre os recursos minerais;
- 2) Maximizar o aproveitamento das jazidas, mitigando os riscos socioambientais da atividade;
- 3) Atrair investimentos e elevar a competitividade das empresas brasileiras;
- 4) Contribuir para o desenvolvimento sustentável da indústria nacional;
- 5) Aumentar a arrecadação pública com os *royalties* minerais.

O projeto não avança a contento, mas posteriormente, as alíquotas são distribuídas conforme a lei 13.540/2017. Esse projeto traz algumas mudanças importantes, como a nova lei o CFEM deixa de ser cobrado sobre o faturamento líquido (lei nº 8.001/1990)³⁹, sendo cobrado pela receita bruta (MP 789/2017)⁴⁰, a nosso ver, uma evolução. Brasil (2015) em seu estudo sobre o novo código da mineração, buscou realizar algumas análises econômicas relativas a essa alteração. Assim, o projeto demonstrou alguns exemplos da cobrança de royalties em outras regiões do mundo, a fim de comparação, que pode ser visualizado na Tabela 4.2. Brasil (2015) percebe que as rendas do CFEM podem apresentar as seguintes características:

- 1) Diminuem o esforço de arrecadação próprio dos municípios;
- 2) Aumentam a contratação de pessoal no setor público;
- 3) Provocam uma expansão dos gastos públicos correntes significativamente maior do que aquela resultante de aumentos da renda per capita dos contribuintes.

Tabela 4.2 - Cobrança de royalties em outras regiões do mundo.

Minério	País	Região	Alíquota	Forma
Bauxita	Austrália	Victoria	2,75%	<i>Royalty ad valorem</i>
		Western Austrália	7,50%	<i>Royalty ad valorem</i>
		South Austrália	3,50%	<i>Royalty ad valorem</i>

³⁹ “(...) para efeito do cálculo de compensação financeira (...) entende-se por faturamento líquido o total das receitas de vendas, excluídos os tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, as despesas de transporte e as de seguros” (LEI nº 8.001/1990).

⁴⁰ “(...) I - na venda, sobre a receita bruta da venda, deduzidos os tributos incidentes sobre sua comercialização, pagos ou compensados, de acordo com os respectivos regimes tributários” (MP 789/2017).

Cobre	Índia		0,35%	Sobre o preço de venda
	Austrália	Victoria	2,75%	<i>Royalty ad valorem</i>
		New South Wales	4%	<i>Royalty ad valorem</i>
		South Austrália	3,50%	<i>Royalty ad valorem</i>
		Chile	4% - 20%	Sobre as vendas líquidas anuais
		Índia	3,20%	Sobre o preço de venda
Minério de ferro	Austrália	Victoria	2,75%	<i>Royalty ad valorem</i>
		New South Wales	4%	<i>Royalty ad valorem</i>
		South Austrália	3,50%	<i>Royalty ad valorem</i>
		Chile	6%	Sobre o valor líquido da venda

Fonte: Adaptado de Brasil (2015, p. 42).

Silva (2015, p. 81) após algumas análises econométricas conclui que o aumento da CFEM gera três impactos diretos, bem como suas relações causais que pode ser verificado na Figura 4.2. O primeiro impacto direto refere-se ao aumento da arrecadação do governo. O segundo impacto é relativo à redução dos investimentos das companhias mineradoras, pois a menor atratividade dos negócios advém do aumento dos impostos. Por fim, uma redução de competitividade do minério nacional dentro do comércio internacional, devido ao aumento do custo de produção. Todavia, lembra que com o aumento da arrecadação do governo aquece a demanda interna, elevando a renda e preços, mas, em contrapartida a redução dos investimentos esfria a demanda interna, e consequentemente reduz a renda e os preços. Diferente do abordado, o CFEM não é um imposto e sim uma compensação financeira pela exploração. É apresentado algumas alternativas e dentro das suas conclusões percebe que:

Os resultados apontam que, apesar da queda no investimento e na produção da indústria mineral, o aumento dos gastos públicos regionais deve aquecer as economias locais, gerando renda e elevação de preços. Entretanto, o modelo adotado na simulação não considera que: (i) a mudança na base de cálculo da CFEM pode mudar o comportamento dos mineradores; e (ii) os novos recursos da CFEM podem alterar a política fiscal dos governos contemplados (BRASIL, 2015, p.156).

Figura 4.2 - Relações causais esperadas após o aumento da CFEM.

Fonte: Brasil (2015, p. 81).

Atualmente, a divisão da CFEM pode ser resumida da seguinte forma:

- 1) 7% para a entidade reguladora do setor da mineração, ANM;
- 2) 1,8% para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
- 3) 0,2% para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama);
- 4) 15% para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção;
- 5) 60% para o Distrito Federal e os Municípios que ocorrer a produção;
- 6) 15% para o Distrito Federal e os Municípios, quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, nas seguintes situações:
 - a. Cortados pelas infraestruturas utilizadas para o transporte ferroviário ou dutoviário de substâncias minerais;
 - b. Afetados pelas operações portuárias e de embarque e desembarque de substâncias minerais;
 - c. Onde se localizem as pilhas de estéril, as barragens de rejeitos e as instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico

Quando se trata do CFEM, nas Tabelas 4.3 e 4.4 temos o recolhimento dos dez municípios paraenses e mineiros que mais arrecadaram em 2008 e 2018. Observamos ainda, grandes diferenças relacionadas à inflação do IPCA que foi acumulada nesse período (2008-2018), de aproximadamente 80,50%, sendo que, a arrecadação subiu, em termos absolutos, entre 550% e 260%, nos municípios paraenses e mineiros, desconsideradas as séries relativas à

produção (*ceteris paribus*). Conforme a ANM, no ano de 2019 o município de Parauapebas arrecadou R\$1.156.139.681,25, Canaã dos Carajás ficou com R\$706.068.474,12, em que a soma dos dois chegou bem próximo de todo o montante arrecadado nos 10 municípios de Minas Gerais e Pará juntos. Mariana e Brumadinho, cidades impactadas pelos rompimentos, arrecadaram em 2018 cerca de aproximadamente 62.5 milhões e 36 milhões de reais respectivamente. Em 2019 o valor foi aproximado a 83 milhões e 72 milhões de reais respectivamente, mesmo com as operações comprometidas. Assim, apesar de ainda não ser adequado, a nova legislação distribuiu melhor as riquezas, embora não haver transparência quando a sua alocação.

Tabela 4.3 - Os 10 municípios paraenses e mineiros que mais arrecadaram CFEM em 2008.

Maiores Arrecadadores CFEM - 2008 - Pará			Maiores Arrecadadores CFEM - 2008 - Minas Gerais		
Posição	Arrecadador (município)	Recolhimento do CFEM (R\$)	Posição	Arrecadador (município)	Recolhimento do CFEM (R\$)
1	Parauapebas	83.235.142,82	1	Itabira	49.604.362,11
2	Canaã dos Carajás	17.344.437,60	2	Mariana	41.320.201,05
3	Oriximiná	16.964.753,02	3	Nova Lima	35.840.073,09
4	Ipixuna do Pará	6.658.453,73	4	São Gonçalo do Rio Abaixo	23.610.971,68
5	Marabá	6.118.641,64	5	Itabirito	20.120.011,22
6	Paragominas	3.148.964,79	6	Ouro Preto	18.539.920,87
7	Floresta do Araguaia	619.119,18	7	Brumadinho	17.966.592,93
8	Itaituba	199.643,40	8	Congonhas	13.281.880,73
9	Monte Alegre	158.854,49	9	Barão de Cocais	6.613.966,55
10	Rio Maria	110.513,81	10	Santa Bárbara	4.291.020,66
Total:		134.558.524,48	Total:		231.189.000,89

Fonte: Adaptado da ANM.

Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem.aspx. Acesso: 12 de ago. 2019.

Tabela 4.4 - Os 10 municípios paraenses e mineiros que mais arrecadaram CFEM em 2018.

Maiores Arrecadadores CFEM - 2018 - Pará			Maiores Arrecadadores CFEM - 2018 - Minas Gerais		
Posição	Arrecadador (município)	Recolhimento do CFEM (R\$)	Posição	Arrecadador (município)	Recolhimento do CFEM (R\$)
1	Parauapebas	404.851.579,18	1	Nova Lima	99.963.174,11
2	Canaã dos Carajás	178.462.578,90	2	Itabira	99.036.047,94
3	Marabá	77.730.419,09	3	Congonhas	97.377.033,63
4	Paragominas	19.491.871,10	4	Itabirito	75.038.993,38

5	Oriximiná	16.007.629,74
6	Curionópolis	14.230.861,65
7	Juriti	11.366.376,15
8	Terra Santa	10.485.079,04
9	Ipixuna do Pará	6.304.495,03
10	Itaituba	6.270.712,15
<i>Total:</i>		745.201.602,03

5	São Gonçalo do Rio Abaixo	64.917.281,31
6	Mariana	62.436.887,51
7	Brumadinho	36.066.680,94
8	Conceição do Mato Dentro	24.053.888,10
9	Paracatu	21.698.093,69
10	Ouro Preto	21.586.724,22
<i>Total:</i>		602.174.804,83

Fonte: Adaptado da ANM.

Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem.aspx. Acesso: 12 de ago. 2019.

A Figura 4.3 demonstra em termos gerais a série histórica de 2004 a 2019 no que se refere à arrecadação com o CFEM nos Estados e Municípios, e a soma de ambas. Em 2004, início dessa série, apresenta o montante de aproximadamente 75 milhões e 210 milhões de reais na arrecadação estadual e municipal respectivamente. Em 2011 chega-se pela primeira vez no montante acumulado (estadual e municipal) na casa do bilhão, alcançando aproximadamente 1 bilhão e 330 milhões de reais na arrecadação. Dois anos após esse número, tem-se a primeira arrecadação com 2 bilhões de reais, no ano de 2013.

Figura 4.3 - Arrecadação dos Estados e Municípios do CFEM entre 2004 a 2019.

Fonte: Adaptado da ANM.

Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem.aspx. Acesso: 12 de fev. 2020.

De 2014 a 2017, temos um período de retração, em comparação com 2013. Já em 2018, dada as mudanças na legislação, chega-se ao marco histórico de aproximadamente 2 bilhões e

400 milhões em arrecadação. Devemos destacar que em 1996, os bens minerais destinados à exportação conseguem isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), com a lei Kandir. Essa lei, conforme Coelho (2015, p.17), veio com as privatizações da época, nas quais, “[...] já subtraiu dos cofres do segundo estado minerador do País, o Pará, mais de R\$ 25 bilhões, num estado onde habitam oito milhões de habitantes e mais de dois milhões vivem abaixo da linha da pobreza”.

Para Batista Júnior e Marinho (2018), essa desoneração não constava na Constituição Federal, mas que, por meio da Lei Complementar nº 87/1996, e posteriormente, com a Emenda Constitucional nº 42/2003, criou-se um pacto federativo que teve como foco reverter a queda das exportações por intermédio da desvalorização da taxa cambial, algo que a maioria dos economistas criticava. Destacam que essa medida retirou a autonomia dos entes subnacionais, com a promessa de compensação financeira, o que nunca ocorreu, passando de um federalismo de cooperação para um federalismo canibal.

A Figura 4.3 refere-se apenas a arrecadação dos Estados e municípios, desconsiderando a União. No sistema da ANM foram extraídos esses dados apresenta o destino da arrecadação e suas porcentagens, sendo: 65% para os municípios, 23% para os Estados e 12% para União (9,8% para ANM, 2% para MCT/FNDCT e 0,2% ao IBAMA), demonstrando que até o momento não foi atualizado o sistema com a nova lei⁴¹. Contudo, algo curioso, é que ao utilizarmos as informações do próprio sítio eletrônico da ANM, referente a arrecadação em termos globais, e mesmo assim, os valores apresentam diferenças significativas⁴². No primeiro sistema investigado ficou claro que os 12% da União não foram contemplados, visto que apresenta apenas as informações dos Estados e municípios (distribuição). Somando os 12% das receitas unidas dos Estados e municípios os valores não se condizentes com a arrecadação, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Inconsistências entre arrecadação e distribuição do CFEM (ANM)

Ano	Estados	Municípios	Estados + Municípios (distribuição)	Arrecadação da CFEM	Estados + Municípios x 12%	Estados + Municípios + União (12%)	Diferença entre arrecadação e distribuição
2007	R\$ 124.396.951,25	R\$ 351.556.601,49	R\$ 475.953.552,74	R\$ 547.261.645,57	R\$ 57.114.426,33	R\$ 533.067.979,07	R\$ 14.193.666,50
2008	R\$ 182.405.639,26	R\$ 515.494.197,90	R\$ 697.899.837,16	R\$ 857.819.431,62	R\$ 83.747.980,46	R\$ 781.647.817,62	R\$ 76.171.614,00
2009	R\$ 182.487.118,76	R\$ 515.724.466,06	R\$ 698.211.584,82	R\$ 742.731.140,98	R\$ 83.785.390,18	R\$ 781.996.975,00	-R\$ 39.265.834,02

⁴¹Informações obtidas na página da ANM: https://sistemas.dnrm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem.aspx Acesso: 30 de jan, 2020.

⁴² Informações obtidas na página da ANM. Disponível em: https://sistemas.dnrm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx. Acesso: 30 de jan, 2020.

2010	R\$ 235.363.046,07	R\$ 665.156.434,56	R\$ 900.519.480,63	R\$ 1.083.427.367,36	R\$ 108.062.337,68	R\$ 1.008.581.818,31	R\$ 74.845.549,05
2011	R\$ 348.642.251,22	R\$ 985.293.317,27	R\$ 1.333.935.568,49	R\$ 1.561.680.727,11	R\$ 160.072.268,22	R\$ 1.494.007.836,71	R\$ 67.672.890,40
2012	R\$ 430.483.758,04	R\$ 1.216.584.533,59	R\$ 1.647.068.291,63	R\$ 1.834.958.234,73	R\$ 197.648.195,00	R\$ 1.844.716.486,63	-R\$ 9.758.251,90
2013	R\$ 539.625.131,73	R\$ 1.525.027.547,01	R\$ 2.064.652.678,74	R\$ 2.376.174.750,78	R\$ 247.758.321,45	R\$ 2.312.411.000,19	R\$ 63.763.750,59
2014	R\$ 401.487.241,97	R\$ 1.134.637.859,48	R\$ 1.536.125.101,45	R\$ 1.711.318.234,76	R\$ 184.335.012,17	R\$ 1.720.460.113,62	-R\$ 9.141.878,86
2015	R\$ 340.815.477,22	R\$ 963.174.176,86	R\$ 1.303.989.654,08	R\$ 1.519.721.771,84	R\$ 156.478.758,49	R\$ 1.460.468.412,57	R\$ 59.253.359,27
2016	R\$ 421.530.261,91	R\$ 1.191.281.176,72	R\$ 1.612.811.438,63	R\$ 1.797.879.226,75	R\$ 193.537.372,64	R\$ 1.806.348.811,27	-R\$ 8.469.584,52
2017	R\$ 410.681.273,24	R\$ 1.160.620.992,19	R\$ 1.571.302.265,43	R\$ 1.838.568.021,45	R\$ 188.556.271,85	R\$ 1.759.858.537,28	R\$ 78.709.484,17
2018	R\$ 653.120.948,50	R\$ 1.774.543.849,37	R\$ 2.427.664.797,87	R\$ 3.036.143.592,41	R\$ 291.319.775,74	R\$ 2.718.984.573,61	R\$ 317.159.018,80
2019	R\$ 691.427.232,56	R\$ 2.664.131.752,69	R\$ 3.355.558.985,25	R\$ 4.504.238.668,90	R\$ 402.667.078,23	R\$ 3.758.226.063,48	R\$ 746.012.605,42

Fonte: Adaptado ANM.

Disponível em: https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx. Acesso: 30 de jan. 2020.

O Tribunal de Contas da União (TCU) apresentou dois relatórios que tratam do CFEM, com informações relevantes para a questão. No primeiro o TCU (2012, p. 8) afirma que “os dados revelam que apenas 22,7% do valor da CFEM devida pelas mineradoras e fiscalizadas pelas quatro superintendências do DNPM entre 2009 e 2011 foram recolhidas espontaneamente”. Utilizando outro método, calculando o percentual médio da CFEM, identificam que as superintendências visitadas recolheram apenas 68,6% do valor devido. Existe assim uma “dificuldade de encontrar uma mineradora quite com suas obrigações no que diz respeito ao recolhimento da CFEM”⁴³ (TCU, 2012, p.9). Há uma deficiência clara de recursos humanos na área de arrecadação, algo que a nosso ver, não faz muito sentido. Além desse problema, reforçam que a previsão era de 30% do quadro de pessoal se aposentar.

No relatório de levantamento do Tribunal de Contas da União (2018) os auditores observam uma elevada sonegação e possibilidade de lavagem de dinheiro⁴⁴. Apresentam que “a maior parte do recolhimento da CFEM é realizado a partir dos dados informados pelos mineradores”, logo, não há aferição das informações auto declaratórias, prevalecendo “a tendência de maximizar as deduções e/ou minimizar o faturamento, reduzindo o valor a ser pago” (TCU, 2018, p. 25). Os auditores do TCU percebem que por falta de um sistema

⁴³“Os recolhimentos a menor decorrem da omissão ou da distorção das informações relativas à atividade mercantil das empresas, com a finalidade de burlar suas obrigações junto à União. Essa conduta, predominante no setor, dá origem a infundáveis debates, no Judiciário, acerca da base de cálculo da CFEM e da pertinência das deduções, retardando a recuperação de passivos” (TCU, 2018, p. 25).

⁴⁴“[...] consultando o relatório de maiores arrecadadores, verifica-se um grande número de empresas que informam um faturamento bruto para os primeiros cinco meses de 2018 inferior a R\$ 10.000,00. Que indica indícios de sonegação, o que representa menos de R\$ 2.000,00 por mês de faturamento” (TCU, 2018, p. 25).

informatizado por parte da ANM gera prejuízos de milhões de reais por ano na arrecadação do CFEM. Em muitos momentos, os servidores fazem de forma manual o cruzamento das notas fiscais com o Relatório Anual de Lavra (RAL). Solicitamos a RAL do Projeto Salobo para a ANM, compreendendo o início da operação até o ano de 2018, todavia, foi indeferido o processo, por considerarem ser um conteúdo sigiloso, demonstrando que de fato a CFEM constitui uma caixa preta⁴⁵.

Observamos, apesar das dificuldades levantadas, que os recursos do CFEM são expressivos, principalmente nos municípios com base mineral e por isso, com boas receitas em seus cofres, apesar de que, na esfera estadual a situação é diferente devido à lei Kandir. Todavia, conhecer a real destinação dado ao CFEM pelos municípios mineradores é uma questão muito delicada, uma vez que não há nenhum mecanismo rotineiro de acompanhamento ou fiscalização. A exceção seria dos municípios auditados a partir dos sorteios da Controladoria Geral da União (CGU). Não há instrumentos capazes de verificar com precisão qual o real uso dado a esses recursos financeiros. Contudo, Enriquez (2007, p. 352) adiciona o pioneirismo do município de Itabira/MG, pois, vincularam o CFEM “[...] a uma estratégia de diversificação produtiva e é um dos poucos municípios mineradores a ter uma legislação específica para o uso da CFEM”, programa conhecido como FUNDESI⁴⁶.

No Brasil, 60% dos royalties da mineração ficam para os municípios, visto que devemos, sobretudo, compreender a necessidade de uma política municipal e como ela se dá. A extração de recursos minerais, nesse caso, está indissociável ao crescimento econômico, todavia, a sua existência com o meio social e ambiental cria um campo fértil com todas as análises que devem ser consideradas. Júnior, Obata e Sintoni (2003, p. 37) apresentam diversos benefícios à coletividade, principalmente quando se trata da mineração, na qual partem pelo olhar da municipalidade. Para esses autores a “[...] geração de emprego, renda, tributos e

⁴⁵ No texto da resolução 01/2019, altera a consolidação normativa do DNPM (ANM), aprovada pela portaria nº 155, de 12 de maio de 2016, sendo que no art. 27, determina como sigilosos: I - o Relatório de Pesquisa, o Plano de Aproveitamento Econômico, o Relatório de Reavaliação de Reservas e o Relatório Anual de Lavra - RAL, assim como outros documentos integrantes do processo minerário cujo sigilo seja, a pedido do titular, deferido pela ANM em decisão fundamentada, por conter segredo industrial a proteger ou informação empresarial que possa representar vantagem competitiva a outro agente econômico. Disponível em: http://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/61355008/do1-2019-01-31-resolucao-n-1-de-25-de-janeiro-de-2019-61354832. Acesso: 20 de jan, 2020.

⁴⁶ O FUNDESI passou a ser o principal instrumento da política de reestruturação econômica de Itabira e a primeira experiência nacional de vinculação dos recursos da CFEM a projetos de desenvolvimento e diversificação econômicos. Itabira foi o único município do universo pesquisado a apresentar uma legislação especialmente direcionada ao uso da CFEM. Decorridos 12 anos desde a promulgação da Lei que instituiu o FUNDESI, Itabira acumulou uma experiência e um aprendizado de como (não) utilizar os recursos da CFEM (ENRIQUEZ, 2007, p. 353).

compensação financeira, além da maior facilidade econômica de acesso a uma série de substâncias minerais” (JÚNIOR, OBATA, SINTONI, 2003, p. 37).

Para Júnior, Obata e Sintoni (2003), a mineração pode desencadear um propulsor para o desenvolvimento regional, que, ao se pensar nas vantagens comparativas locais, a mineração pode verticalizar a economia. Enriquez (2007), reforça que o desenvolvimento dependerá das estruturas existentes e também das suas conexões com a indústria motriz em relação às indústrias afetadas. Contudo, com efeitos positivos dessa relação, cria-se um processo sinérgico, e com isso, é possível a verticalização da economia nos municípios. Todavia, caso houver mais efeitos negativos do que positivos, a mineração pode gerar enclave para a região.

Para Coelho (2015), nos oferece um exemplo referente à Amazônia oriental, na área do complexo do Carajás, percebendo que há uma dependência da economia regional, principalmente, no que se refere ao setor mineral. Dessa forma, Coelho (2015, p. 57) afirma que o enclave pode ser entendido como uma “[...] instalação de uma economia exportadora que cria nenhum ou pouco link benéfico para os outros setores da economia local”. Destarte, o enclave consiste no fato de não gerar benefícios dentro de uma estrutura social local que tende a deteriorar esta relação.

Como no caso de Carajás há uma gigantesca separação espacial entre a oferta e a demanda, a realização da maior parte da produção se dá em locais distantes. A base territorial do sudeste paraense foi hegemônica por projetos do setor mineral, madeireiro, energético, siderúrgico e agropecuário, e é a fronteira de expansão do capitalismo dependente, subdesenvolvido e periférico. A Amazônia tem a função de fornecer insumos para o mercado internacional. As riquezas retiradas da floresta não têm como objetivo beneficiar a população amazônica, mas sim amparar o capital internacional e nacional (COELHO, 2015, p. 58).

Portanto, a mineração pode, desde sua fase inicial até o fim das suas atividades, desencadear diversas intensidades de disputas territoriais com indesejáveis impactos ambientais e sociais. Logo, temos diversos conflitos, colidindo “[...] com outras formas ou atividades de uso e ocupação do espaço físico, tais como agricultura, pecuária, turismo, assentamentos urbanos e preservação, e conservação ambientais” (JÚNIOR, OBATA, SINTONI, 2003, p. 38). Diante do apresentado, torna-se um desafio para a gestão pública mediar esses conflitos, sendo necessário análises interdisciplinares que apresentem alternativas, nas quais, todos os agentes apresentem a mesma força e representatividade, de modo a gerar os maiores benefícios com os menores custos sociais e ambientais. Um problema sempre recorrente, é como medir essas forças e quais alternativas se deve tem para contrabalancear a balança, principalmente quando pende só para um lado, nesse caso, o econômico.

Zhour, et al. (2018) afirma que com os crimes corporativos ocorridos em Minas Gerais, o sofrimento social se tornou a consequência da forma como o Estado e as empresas estão gerenciando os conflitos. Quando a mineração desencadeia em grande intensidade, estragos a sociedade e ao meio ambiente, como vem ocorrendo atualmente, a espacialidade não pode ser considerada apenas o trajeto dos danos. Logo, os estragos remetem também ao sofrimento social, que a partir de aspectos socioculturais e políticos, cria-se um cenário de frustração, insegurança e incerteza.

Como será apresentado no decorrer da redação, essa questão quase não entra na pauta das forças favoráveis à mineração que buscam garantir o crescimento econômico. Inclusive, podemos considerar que esse passivo, o *passivo do sofrimento social*, torna-se uma métrica de análise, igual o passivo ambiental, e que conste como uma alternativa para contrabalanceamento das forças que modificam os *sistemas de ações e sistemas de objetos*.

Para Júnior, Obata e Sintoni (2003, p. 37), no plano municipal, há uma falta de conhecimento sobre os reflexos que a mineração proporciona, esse plano apresenta uma postura reativa e não proativa. Reforçam que os municípios, compreendendo os contextos geoeconômicos de sua região, podem criar políticas bases para a exploração mineral ambientalmente responsável, desde que não haja clientelismo por parte dos gestores públicos, contudo, isso gera uma espécie de *conflito de agência*⁴⁷ público, na qual deve ser observado. Os municípios já possuem instrumentos legais para planejamento e gestão dos seus territórios, dado a Constituição Federal e as constituições estaduais e leis ordinárias, que servem como base para uma política municipal de recursos minerais. Essas políticas englobam: o plano diretor, a lei de uso e ocupação do solo, a lei de parcelamento do solo urbano e rural, o código de obras, o código de posturas, o código tributário. Os dois primeiros itens, o plano diretor e a lei de uso e ocupação do solo, são fundamentais para o planejamento e gestão de recursos minerais. Portanto, vejamos os seguintes itens:

- 1) A definição do conjunto de diretrizes básicas, técnicas e administrativas, para planejamento, desenvolvimento, gerenciamento e monitoramento da atividade de mineração;
- 2) A compartimentação do meio físico no Plano Diretor ou mais especificada na Lei de Uso e Ocupação do Solo deverá qualificar áreas ou zonas potencialmente aptas

⁴⁷ Este termo vem da Teoria da Agência, uma das bases da Governança Corporativa que busca a separação entre propriedade e gestão. Consiste em dois axiomas fundamentais sintetizados por Klein e Jensen-Meckling, onde o primeiro afirma sobre a inexistência de contratos perfeitos e o segundo refere-se à inexistência do agente perfeito. Basicamente, esta teoria consiste em mecanismos para que não ocorra conflito de interesses entre os proprietários e os gestores, buscando uma postura mais ética aos negócios. Essa teoria ganha muita notoriedade após a lei Sarbanes-Oxley, que constitui um novo marco para o sistema capitalista necessitando de uma nova estrutura de governança empresarial.

e não aptas ao desenvolvimento de determinados tipos de atividade de mineração, com fundamento na análise integrada dos aspectos geológicos, geotécnicos, ambientais e socioeconômicos;

3) Para as áreas qualificadas para a mineração, o zoneamento territorial deverá incluir a definição dos parâmetros básicos dos projetos mineiros, de controle ambiental e indicação de uso futuro das áreas mineradas, de acordo com as aptidões e restrições minério-ambientais das zonas consignadas e em consonância com os planejamentos municipais;

4) A depender das características do setor mineral no município, podem ser incluídos programas e projetos específicos de natureza técnica, gerencial e legal para disciplinamento e aprimoramento tecnológico dos empreendimentos instalados, em especial da pequena mineração e das indústrias de transformação agregadas (de forma a otimizar o processo produtivo e minimizar os impactos ambientais associados), resolução de conflitos entre minas e outras formas de ocupação, entre outros (JÚNIOR, OBATA, SINTONI, 2003, p.44).

Nos instrumentos propostos, que serão detalhados a seguir, existe uma necessidade de inserção de outros mecanismos, de modo a dar robustez à ferramenta. O *passivo do sofrimento social*, algo que deve ser desenvolvido em estudos futuros, é um mecanismo agregador aos interesses da sociedade, com o intuito de contrabalancear as relações de poder. Nesse indicador, utilizando lições aprendidas e trabalhos de campo, podemos estimar o sofrimento de alguns membros da sociedade para um determinado projeto, antes, durante e depois dos empreendimentos, considerando os riscos e vulnerabilidades. A mineração é uma atividade que gera conflitos, sendo que as partes mais vulneráveis no geral não possuem voz a estes grandes projetos.

Assim como o passivo ambiental, o *passivo do sofrimento social* pode auxiliar os gestores públicos e privados a compreenderem de forma mais global os impactos empresariais em comunidades que terão externalidades negativas com essas obras. O conflito de agência, como uma proposta corporativa, pode ser adaptado nesse tipo de análise, uma vez que existe clientelismo nas relações entre os setores público e privado. Como toda decisão é tomada por pessoas, essas podem optar por posturas não éticas, buscando maximizar os interesses próprios.

Dessa maneira, utilizando mecanismos de controle da Teoria de Agência, dentro dos processos de planejamento, gestão e controle, torna-se possível a sociedade auditar os processos, verificando se há ou não conflito de interesses por parte dos agentes. O foco sempre deve ser na coletividade, pois dentro das forças é a que apresenta maior fragilidade, do qual ocorrem injustiças sociais, econômicas e ambientais. Portanto, tem-se em mente que:

Os impactos negativos e positivos causados pela mineração são distribuídos desigualmente pela sociedade. As variáveis explicativas para a disseminação dos impactos são a classe social, a renda e a etnia. A renda mineira é apropriada pelo setor financeiro e pelas mineradoras, enquanto os danos atingem agricultores, proletários e subproletários, quilombolas e grupos indígenas. Os impactos tendem a ser mais intensos quando afligem esses grupos. A proteção desigual dos efeitos ambientais das

atividades econômicas e o acesso desigual aos recursos naturais, processo conhecido como injustiça ambiental, decorre de processos políticos e sociais de deliberação nos quais as populações afetadas pouco influem. Estes processos de elaboração e aplicação de políticas, por serem fortemente influenciados pelas grandes empresas, tendem a direcionar os danos para populações específicas (COELHO, 2015, p. 112).

As injustiças socioambientais, conforme Lauda-Rodriguez e Ribeiro (2019) são originadas por tensões locais, devido a situações de risco, com isso, temos os mais diversos conflitos. Os autores utilizaram em seus estudos, o princípio da precaução e da teoria da justiça ambiental, demonstrando que “[...] irrupção do princípio da precaução em contexto de conflitos socioambientais de coletividades deve ser assumida como sinal de necessidade de mudanças nas diferentes estruturas do atual sistema social” (LAUDA-RODRIGUEZ; RIBEIRO, 2019, p. 176).

Outras métricas importantes apresentadas por Júnior, Obata e Sintoni (2003) para elaboração de políticas municipais que tenham a mineração como base econômica, são os termos de referência que englobe o planejamento territorial do município. São apresentados três elementos chave, sendo:

- 1) Inventário e mapeamentos;
- 2) Diagnostico técnico-econômico do setor mineral;
- 3) Estabelecimento do setor mineral.

De forma bastante resumida, o primeiro refere-se à caracterização do meio físico e das infraestruturas necessárias para o projeto, além do zoneamento institucional, o diagnóstico de uso e ocupação do solo, o potencial geológico dos recursos minerais e paisagens, monumentos naturais notáveis e suscetibilidade do meio físico e biótico. Esse processo, consiste da primeira tentativa técnica para se levantar e analisar as informações que contemplem todas as questões abordadas acima. Sua importância se deve ao fato que serão os documentos base para as tomadas de decisões dentro do processo. Caso essa etapa for má executada, compromete toda a análise posterior, tornando o processo questionável. Consistiria basicamente em compreender o território sem considerar questões relacionadas às populações humanas (JÚNIOR; OBATA; SINTONI, 2003).

O diagnóstico técnico-econômico do setor mineral compreende a elaboração do perfil socioeconômico da região de forma bastante ampla, além do levantamento da situação técnica, legal e ambiental das atividades de mineração. Júnior, Obata e Sintoni (2003), reforçam a importância do perfil socioeconômico da região, todavia, dando ênfase a favor do setor mineral, do qual podemos verificar abaixo:

[...] estimativa de consumo atual e previsão de demanda futura de insumos minerais no município; inserção da mineração local no contexto geoeconômico regional; grau de verticalização da indústria mineral; fluxo de insumos minerais e produtos manufaturados; e tipo de cooperação entre produtores e demais elos da cadeia produtiva. Levantamento da situação técnica, legal e ambiental das atividades da mineração instaladas: dados de produção; áreas ocupadas; tributação e empregos gerados; situação legal – discriminação das áreas de concessão, licenciamento, alvarás e requerimentos; método de lavra e beneficiamento de minério; procedimentos gerenciais; e impactos ambientais significativos (JÚNIOR, OBATA E SINTONI, 2003, p. 54).

Observamos que as alternativas de Júnior, Obata e Sintoni (2003) consistem na compreensão das relações da mineração do aspecto social, pelo prisma econômico, entretanto, devemos compreender as questões humanas também dentro do território, muito além das pautas puramente econômicas. Até mesmo com relação ao meio ambiente, temos uma estrutura voltada para as questões puramente econômicas de impactos, sem mencionar os passivos ambientais que são, nesse caso, fundamentais para compreender a totalidade. Por fim, os autores estabelecem a importância de um zoneamento para o setor minerário, correspondendo à integração e análise dos produtos anteriores, de modo a se estimar zonas preferenciais e bloqueadas à mineração.

O estabelecimento dessas áreas tem por referência a compatibilização do aproveitamento dos recursos minerais, com as limitações de caráter ambiental – áreas recobertas por legislações restritivas à mineração, suscetibilidade do meio físico e biótico, áreas com paisagens e monumentos naturais notáveis, e com outras formas de uso e ocupação do solo, regulamentada por lei e/ou de interesse da municipalidade (JÚNIOR; OBATA; SINTONI, 2003, p. 56).

Temos mais uma vez um viés econômico à questão, isso, devido ao seu valor, apenas de caráter ambiental, sem mencionar o social, no qual, os instrumentos legais são os únicos norteadores. Ressaltando que os instrumentos jurídicos são importantes para quaisquer tomadas de decisões, mas eles evoluem/regridem conforme a manifestação de alguns agentes da sociedade. Portanto, devemos acrescentar, além disso, o caráter social a esse procedimento, que busque compreender de forma ampla o contraditório.

Júnior, Obata e Sintoni (2003) compreendem que após estes procedimentos, alguns municípios, dada as suas características deverão tratar o tema de forma mais específica, considerando seu planejamento, relacionado ao Plano Diretor de Mineração – PDMi. Este instrumento, em consonância com o Plano Diretor Municipal representa uma forma de articular a gestão setorial, na qual, dois aspectos devem ser considerados:

- 1) Qualificação da equipe executora; e

2) Articulação com os principais atores envolvidos no setor mineral do município (incluindo órgãos federais e estaduais).

Equipe qualificada é importante sempre, em quaisquer projetos, mas ainda é mais importante quando a ação e/ou objeto representa dentro dos sistemas, passivos ambientais e sociais que se perpetuam no tempo e espaço. Quando se pensa em gestão de projetos, para que ocorra um sucesso na sua implementação, os membros da equipe necessitam ser capacitados. Busca-se no geral uma equipe de formação heterogênea, coesa, dinâmica e comprometida, que tenha conhecimento das melhores práticas, buscando atender os objetivos pré-determinados, pautados na missão, visão e valores organizacionais. Essa articulação também existe no PDMi, mas diferente da visão de mercado que analisa o retorno sobre o investimento, este instrumento deve compreender os passivos não contabilizados (ambientais e do sofrimento social).

Júnior, Obata e Sintoni (2003, p. 58) afirmam que o PDMi necessita de uma equipe executora multidisciplinar, que consiste no geral “[...] em profissionais da área de geociências (geologia e geografia), engenharia mineral e socioeconômica”. Os interesses públicos e privados devem ser levantados, além disso, deve-se criar um comitê que realize as interações e diálogos com os agentes políticos. Dessa forma, o PMDi torna-se objetivo e realista, com diretrizes sólidas e bases técnicas pautadas na boa gestão. Na figura 4.4 os autores propõem uma estrutura que auxilie na busca desses objetivos, mesmo considerando que alguns elementos já estão presentes nos licenciamentos ambientais.

Figura 4.4 - Proposta de roteiro e principais componentes de análise na formulação do Plano Diretor de Mineração – PDMi.

Fonte: Júnior, Obata e Sintoni (2003, p. 57).

Para Coelho (2015, p. 9), a mineração “[...] sempre esteve associada a um grau de exploração exorbitante dos recursos naturais e exaustivamente espoliativa à classe trabalhadora submetida a essa função”. A mineração no Brasil é baseada num capitalismo dependente e subdesenvolvido, sendo que a base é uma economia reprimarizada. Logo, houve um crescente processo de violência, no qual os atores sociais são desconsiderados, culminando em uma desindustrialização vulnerável as flutuações do mercado internacional. Uma alternativa, no que concerne ao municipal, para evitar esses problemas, são os instrumentos legais que contemplem a mineração com o desenvolvimento urbano, atuando de forma a garantir outras atividades sem comprometer a conservação ambiental. Contudo, isso ocorre no momento em que a mineração se insere nos programas “[...] de desenvolvimento socioeconômico e planejamentos urbanos e regionais, assegurando dessa forma, o suprimento contínuo, estável e harmônico dos bens minerais para melhoria e qualidade de vida das populações” (JÚNIOR, OBATA, SINTONI, 2003, p. 8-9).

Por fim, no relatório da CEPAL (2013, p. 13-14), temos os avanços no setor mineral nas últimas décadas, todavia, existem diversos e numerosos desafios, “[...] como conseguir uma organização eficiente e contar com as instituições necessárias para maximizar a contribuição desses setores para o desenvolvimento”. No Atlas desenvolvido pela PNDU (2017), temos os esforços para uma mineração que busque o desenvolvimento sustentável, que visa contribuir

para os diversos desafios, com um olhar para os dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Contudo devemos focar na:

- 1) Institucionalizar mecanismos para a gestão macroeconômica anticíclica frente à volatilidade inerente aos preços internacionais dos produtos primários exportados pela região;
- 2) Desenvolver mecanismos que assegurem o investimento público eficiente da renda derivada da exploração de recursos naturais em educação, saúde, infraestrutura, inovação e desenvolvimento tecnológico, além da sua distribuição equitativa entre grupos sociais e níveis de governo;
- 3) Conseguir administrar de maneira eficaz os conflitos socioambientais que inevitavelmente surgem durante o desenvolvimento dos setores de recursos naturais;
- 4) Conseguir aumentar a progressividade na participação do Estado na renda da exploração de recursos naturais, sobretudo nos ciclos de alta dos preços mais persistentes, como o atual;
- 5) Preservar o dinamismo do investimento e aumentar a progressividade na participação do Estado, o que pode implicar ajustes na política tributária aplicada a esses setores em períodos de ganhos extraordinários, bem como buscar uma maior coordenação e harmonização do tratamento fiscal entre os países beneficiários de investimentos, a fim de evitar a concorrência fiscal que impede a conquista desses objetivos (PNDU, 2017, p. 43).

A tendência é que o setor mineral continue recebendo grandes aportes de investimentos, que irá expandir a exploração mineral. No relatório da Cepal (2013, p. 27) ficou demonstrado um orçamento global que passou de 2.1 bilhões de dólares no ano de 2003, para 11.2 bilhões de dólares em 2010. Mesmo com a desaceleração da economia mundial no ano de 2008, o Cepal reforça que o setor mineral expandiu com uma crescente contribuição das reservas mundiais partindo das Nações Sul Americanas e Caribenhas (UNASUL). Diante disso, a instrumentação apresentada e proposta, que será debatida no decorrer do trabalho, consiste em tornar o duelo entre Davi e Golias mais equilibrado. O Davi é representado pelas classes mais vulneráveis da sociedade que arcam com os passivos ambientais e do sofrimento social. Como podemos visualizar nos crimes corporativos ocorridos em Minas Gerais, Pará, e mais recentemente na Bahia⁴⁸. Portanto, os atingidos não têm nenhuma relação com a mineração e tiveram suas vidas completamente modificadas. Esses são no geral pessoas comuns, humildes e são os primeiros afetados, contudo, essa questão é extremamente relevante para quaisquer instrumentos de planejamento e gestão pública.

Já Golias, representa o mercado com sua visão de crescimento econômico infinito, mais especificamente, o setor mineral, que por sua vez tem uma força elevada que dobra juízes e espectadores que só assistem a esse confronto, atônitos. Todavia, a força é tão elevada que em muitos casos percebemos que o Estado torna se um sócio passivo das decisões estratégicas das

⁴⁸ No dia 11 de julho de 2019, a barragem do Quati rompeu e com isso, atingiu 160 famílias nas cidades de Pedro Alexandre e Coronel Sá, no nordeste da Bahia.

corporações, atendendo os interesses desses como prioridade em relação aos interesses da sociedade. Logo, a fim de alcançar uma contribuição para a questão, buscaremos adicionar a proposta das *sociedades de riscos* e seus efeitos colaterais latentes, na qual com o processo de *desengenharia*, esperamos fortalecer esse instrumental, vislumbrando por sua vez, um olhar que busque tentar interpretar a questão em sua totalidade em tempos e espaços diversos.

4.2. BARRAGENS DE REJEITO: QUESTÕES HISTÓRICAS E TÉCNICAS

No processo de extração mineral contemporâneo, o destino das matérias de alta entropia tem um curso por serem considerados resíduos de baixo ou nulo valor comercial. No plano operacional da mineração, a jazida se divide em minérios e resíduos, sendo que o segundo se aplica a resíduos de estéreis, efluentes e rejeitos. O foco desse trabalho se dá para os rejeitos, que dentro do processo produtivo, uma das técnicas mais utilizada, são as barragens.

Silva (2018, p. 21) reforça a importância da distinção entre resíduos e rejeitos, pois um “[...] ainda pode ter uma destinação, ser reaproveitado. Rejeito é algo inservível, não mais aproveitável”, apesar desse último conceito poder se alterar no tempo com evoluções tecnológicas se transformando em resíduos. Muitos já avaliam as possibilidades de se minerar os rejeitos das barragens, bem como, criar utilidades para estes recursos, entre os quais, os tijolos são bons exemplos.

Desse modo, as barragens podem ser compreendidas como uma estrutura de terra construída com o fim de armazenamento desses rejeitos que deriva do processo produtivo. Assim, existem características diversas para o rejeito que por sua vez depende do tipo de material a ser extraído, o que apresenta peculiaridades importantes ao se pensar na formação das polpas. Para Chammas (1989) existem três tipos de comportamento das polpas dos rejeitos:

- 1) Comportamento de lâmina líquida, com floculação das partículas de menor tamanho.
- 2) Em processo de sedimentação, apresentando comportamento semilíquido e semi-viscoso.
- 3) Em processo de adensamento, comportando-se como um solo. É importante mencionar que o rejeito não é propriamente um solo, mas para fins geotécnicos seu comportamento é considerado equivalente à de um solo com características de baixa resistência ao cisalhamento.

Machado (2007, p. 28), ao analisar o manual *Instrumentation of Embankment Dams and Levees*, percebe que as barragens seguem uma determinação do número, tipo e localização para

sua implementação; assim, essas apresentam soluções individuais. Contudo, torna-se importante que a equipe técnica compreenda os fenômenos físicos e mecânicos envolvidos nesse projeto. Machado (2007, p. 28) apresenta quatro objetivos centrais para um plano de instrumentação geotécnica:

- 1) Avaliações analíticas – consiste na análise dos dados obtidos da instrumentação geotécnica e deve ser utilizada na verificação dos parâmetros adotados no projeto;
- 2) Previsão de desempenho futuro – refere-se aos dados da instrumentação obtidos que sinalizam o comportamento futuro da barragem;
- 3) Avaliações legais – são utilizados dados de instrumentação importantes na solução de litígios relativos à construção do empreendimento;
- 4) Desenvolvimento e verificação de projetos futuros – refere-se à economia de novos empreendimentos.

Machado (2007) acrescenta os objetivos básicos debatidos no simpósio sobre instrumentação de barragens (1996), que foram agrupados em três tópicos que merecem atenção: construção, enchimento e operação. Contudo, Machado (2007, p. 29), apresenta a seguinte estrutura.

Período construtivo:

- 1) Alertar sobre a ocorrência de possíveis anomalias no comportamento das barragens;
- 2) Possibilitar soluções menos conservadoras, permitindo economias significativas para a obra;
- 3) Fornecer informações, por retro análise dos dados de instrumentação a respeito de valores dos parâmetros dos materiais que constituem a barragem e sua fundação;
- 4) Possibilitar revisões do projeto durante o período construtivo, permitindo, caso necessário, reestuda-los em tempo de se evitar prejuízos de grandes consequências.

Período de enchimento do reservatório:

- 1) Alertar sobre a ocorrência de possíveis anomalias que possam colocar em risco a segurança da estrutura;
- 2) Possibilitar avaliação do desempenho estrutural, geotécnico e hidráulico da obra, em função das comparações entre grandezas de medida *in-situ* e aquelas previstas por modelos teóricos ou experimentais de análise;
- 3) Verificar a adequação das simplificações introduzidas na hipótese do projeto.

Período operacional:

- 1) Verificar se a barragem está apresentando um desempenho geral satisfatório, conforme previsto no projeto. É, entretanto, neste período que se podem tirar importantes conclusões com relação à qualidade e desempenho dessa estrutura;
- 2) Caracterizar o comportamento no tempo dos solos e/ou do maciço rochoso de fundação determinando o prazo necessário para estabilização dos deslocamentos, tensões internas, subpressão, vazões de drenagem, etc.;
- 3) Caracterizar o comportamento no tempo das estruturas da barragem em função da carga hidráulica, levando-se também em consideração os efeitos das condições termo ambientais.

Esse simpósio ocorreu em 1996, antes dos grandes rompimentos, e com isso, demonstra alguns pontos importantes, como soluções menos conservadoras com objetivo de redução de custo; na visão dos engenheiros, isso foi e continua sendo a tônica dos projetos. Percebemos

com isso, o descaso para com a natureza e as pessoas, pois ela está ausente na instrumentação de pontos que demonstre essas preocupações.

Desse modo, temos imposta a ideia de que a mineração é um sistema fechado que pouco influencia a natureza e populações, algo que os recentes rompimentos evidenciam de modo contrário. Há sem dúvidas, algumas preocupações quanto à redução dos riscos desses empreendimentos, principalmente no que se refere ao rompimento da barragem, todavia, a questão central está pautada nos custos e riscos operacionais e de reputação e não nas questões sociais e ambientais. A forma como tratam dessas questões não legitima a sociedade e o ambiente natural como elementos centrais de suas políticas estratégicas.

A Figura 4.5 apresenta um exemplo clássico da rotina estratégica com relação as barragens, carecendo compreender como a sociedade e o ambiente natural estão relacionados com os processos e ferramentas, bem como o peso, intensidade e amplitude a eles direcionados.

Figura 4.5 - Rotina de um programa de instrumentação de barragem.

Fonte: Adaptado de MACHADO (2007, p. 33)

Oliveira (2010, p. 18), ao entrar nos requisitos e princípios norteadores do gerenciamento das barragens de rejeito, considerando “[...] à disposição segura desses resíduos e o planejamento criterioso e dinâmico das ações envolvidas na atividade de disposição, durante a operação”. Logo, essas são as métricas essenciais, para garantir a segurança da barragem. Relata ainda que a maior diferença entre as barragens de rejeito e as de hidrelétricas “[...] reside

no fato de a construção das barragens de rejeito ser um processo contínuo, em desenvolvimento constante”, tornando dinâmicas durante sua execução e operação (OLIVEIRA, 2010, p. 19).

Outro destaque importante, referente às barragens de rejeito, se dá por ser uma das maiores estruturas visíveis da mineração, tornando-se uma *rugosidade espacial*. Por isso:

[...] para a mineração, que é uma atividade que manipula grandes quantidades de materiais naturais, adotar técnicas eficazes e seguras de disposição de resíduos (estéreis e rejeitos), que garantam sua estabilidade a longo prazo, pode ser mais importante que adotar estratégias de redução de resíduos (SÁNCHEZ, 2001, p. 164).

Destarte, verifica-se que as barragens continuam estruturas instáveis, mesmo se valendo de técnicas e procedimentos de engenharia robustos. Na Tabela 4.6, a sua evolução parte de 4.800 A.C até a década de 1940. Quanto aos seus rompimentos, existe um histórico considerável de ocorrências no Brasil e no mundo. Um grande acidente foi registrado no ano de 1889, na cidade de Jonhstown, na Pennsylvania, EUA. A onda gerada foi de aproximadamente 10 metros com a velocidade de 15 m/s em direção a cidade. O número de mortos está contabilizado em aproximadamente 2.200 vítimas, fora as perdas materiais, ambientais e memórias coletivas. Em 1928, também nos EUA, em Los Angeles, Califórnia, tem um rompimento com vítimas fatais de aproximadamente 600 pessoas. A ocorrência ocorre devido ao enchimento de um lago que apresentou fendas e infiltrações na barragem, pois no momento da ruptura a onda atingiu 43 metros de altura. Já no ano de 1959, a barragem Malpasset se rompe na França, com 423 vítimas fatais, visto que a onda bateu os 50 metros de altura, deixando 79 crianças órfãs. Outro rompimento de grande impacto ocorreu em 1963, no rio Vajont, na Itália. Nesse crime corporativo, foram pelo menos 2.500 vidas perdidas, sendo que, em poucos minutos, os 115 milhões de metros cúbicos de água bloqueou completamente um vale de aproximadamente 2.500 metros (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2136-2141).

Tabela 4.6 - Dados históricos da evolução de barragens

ANO	REGISTRO OU OCORRÊNCIA	LOCAL
4800 a.C.	Barragem de Sadd - El - Katara Altura - 12 m Destruída por transbordamento	Egito
500 a.C.	Barragem de terra Altura - 12 a 27 m 13.000.000 m ³ de material	Sri Lanka
100 a.C.	Barragens romanas em arcos	Norte da Itália Sul da França
1200 d.C.	Barragem Madduk-Massur Altura - 90 m Destruída por transbordamento	Índia

1789	Barragem de Estrecho de Rientes Altura - 46 m Destruída logo após o primeiro enchimento	Espanha
1820	Telford introduz o uso de núcleos argilosos em barragens de terra e enrocamento	Inglaterra
Fim do séc.XIX.	Barragem de Fort Peck Altura - 76 m Volume de material - 100.000.000 m ³	EUA
1856	Experiências de Darcy Velocidade de percolação da água	França
1859	Patente do primeiro rolo compactador a vapor	Inglaterra
1904	Surge o primeiro rolo compactador tipo pé de carneiro	EUA
1930-40	A mecânica dos solos consolida-se como ciência aplicada	EUA

Fonte: Adaptado de MASSAD (2010, p. 174).

Utilizando do banco de dados da organização *Wise Uranium* que apresenta em ordem cronológica os principais rompimentos de barragens de rejeitos no mundo desde os anos 60, algumas merecem destaque.

A primeira barragem rompida de alto impacto com registro na *Wise Uranium*, foi na China, da empresa Yunnan Tin Group Co, em 1962, na região de Huogudu, Gejiu, Yunnan. Com o ocorrido foram 11 aldeias destruídas, 171 mortes com 92 feridos e 13.970 pessoas desalojadas. O método construtivo, ponto que se entrará com mais detalhes nas próximas seções, foi o tipo a montante, que teve seu rompimento após chuvas moderadas no local. No ano de 1965 ocorre no Chile o rompimento de uma barragem de cobre que deixa aproximadamente 200 mortos que teve sua origem por liquefação devido a um terremoto. Na Bulgária, em Sgorigrad, no ano de 1966, ocorre outro rompimento, matando 488 pessoas, a falha refere-se ao transbordamento, com falhas no canal/desvio devido a fortes chuvas. Outro caso, com elevado número de mortos ocorreu no Reino Unido, também em 1966, em Aberfan, com 144 mortes, ocasionado por falhas durante as operações. Nos EUA, na cidade de Buffalo Creek, em 1972, houve um colapso devido às fortes chuvas, ceifando a vida de 125 pessoas e com aproximadamente US\$ 65 milhões de prejuízos apenas com danos de propriedades e rodovias. Em Stava, Trento, na Itália, é registrado 268 mortes no ano de 1985. Na China, nesse mesmo ano, ocorre o rompimento em outra barragem a montante, localizado em Niujiulong, com 49 pessoas mortas. Nas Filipinas, em 1996, foram evacuadas 1.200 pessoas com um dano de aproximadamente US\$ 80 milhões na ilha Marinduque. Na Romênia, no ano 2000, ocorre o rompimento de uma mineração de ouro da Usina Aurul, poluindo o rio Tisza, afluente do rio Danúbio, afetando outros países como Hungria e a Sérvia, tornando-se um acidente de impacto internacional e transfronteiriço. A Hungria no ano de 2010, em Kolantár, também se rompe

uma barragem, com várias cidades afetadas, com 10 pessoas mortas e 120 feridas. O Brasil apresenta alguns casos, mas dois em particular merecem destaques, sendo o ocorrido em 2015 no subdistrito de Mariana/MG, Bento Rodrigues com 17 mortes e em Brumadinho, em 2018, com 248 pessoas mortas e 22 desaparecidas (WISE-URANIUM, 2019).

Percebemos com o levantamento acima que além dos passivos ambientais, essas estruturas criam *passivos do sofrimento social*. Muitas mortes são contabilizadas com o rompimento dessas barragens e com a ação do tempo acabam caindo no esquecimento. Todavia, mesmo os casos em que não representam mortes, não significa que o sofrimento social foi menor. Muitas famílias ficam desalojadas, muitas pessoas se ferem, tantos outros perdem suas fontes de renda, memória coletiva e saúde. Esses impactos, geralmente ocorrem com populações mais vulneráveis, como operários das minas, trabalhadores em geral (rural e urbano), indígenas, pessoas que pouco tem, mas que tudo perdem.

Silva (2017, p. 2) destacou que no caso brasileiro a legislação e a normativa eram omissas, agindo sempre tardiamente. Conquanto, mesmo que tardiamente, se deve criar mecanismos de mitigação de riscos e danos futuros, focado nos atingidos e em *devoir*. Existem riscos a sociedade atual, riscos que afetam direta e indiretamente as “[...] comunidades a jusante, a montante e as adjacências, mas os impactos difusos, transindividuais e transgeracionais podem ser percebidos em médio e longo prazo, aliás, percebidos, mas incomensuráveis” (SILVA, 2017, p. 2).

Portanto, se deve entender os tipos de barragens, as principais causas de rompimento, além da sua relação com o solo, já que o rompimento não é a única forma de afetar o meio natural e sociedade. Posteriormente, devemos entrar na legislação nacional e internacional sobre o tema.

Hoje, dado os atuais rompimentos, podemos dizer que a população em geral compreende parcialmente as diferenças entre os métodos. Devido aos atuais acidentes, essa questão foi amplamente debatida e divulgada pela imprensa, trazendo a questão uma maior preocupação popular, fundamental para as políticas públicas. Cardozo, Pimenta e Zingano (2016, p. 78) fazem uma revisão das principais técnicas empregadas para a construção de barragens, já que “juntamente com as pilhas de estéreis as barragens são as maiores estruturas geotécnicas construídas pelo homem”. Azam e Li (2010), analisando a questão no âmbito mundial, identificam que 1,2% das barragens, para fins de mineração, apresentam problemas nas barragens civis, esse número é de 0,01%, diferença essa, mais que significativa.

Por isso, devemos entender as diferenças entre as barragens de rejeito de mineração das demais barragens. Para Machado (2013) e Duarte (2008), as barragens convencionais podem apresentar qualquer fim, todavia, nenhuma contempla a contenção dos rejeitos. A noção de rejeito, é considerada como resíduo sólido, quando não tem mais destinações mercantis. Portanto, o rejeito é considerado um resultado inevitável, ou seja, não desejável, das atividades humanas, por não ser possível seu reaproveitamento com a tecnologia dada. Isso ocorre “[...] por serem resultado de fenômenos lineares, os rejeitos não retornam à constituição física existente antes de iniciado o processo produtivo” devido as leis termodinâmicas, em especial, a entropia (TOLEDO, RIBEIRO, THOMÉ, 2019, p. 22).

Para Toledo, et al. (2019) nos anos 80 era comum o comércio internacional de rejeitos e o objetivo era dar um destino aos rejeitos indesejáveis de uns locais, para enviar a outros, com uma compensação financeira. O comércio global dessa época consistia em uma estratégia que visava transformar algumas das regiões do planeta em grandes lixeiras de rejeito, visivelmente uma solução neocolonial.

Existem três principais formas que para disposição dos rejeitos, sendo: subaquática, subterrânea e a céu aberto. A primeira forma (subaquática) não é muito utilizada, pois apresenta grandes impactos ambientais, tornando-se um método descontinuado. O método subterrâneo tem sua disposição dado por câmaras que surgem conforme a expansão da extração mineral ocorre, essa expansão corresponde ao processo pelo qual, os minérios são bombeados em sua grande maioria, preenchendo com isso, as suas câmaras. Por fim, a que apresenta maior relevância para o presente trabalho, consiste nas realizadas a céu aberto, elas podem ser as pilhas controladas ou as estruturas localizadas em bacias ou em vales para contenção dos rejeitos (LOZANO, 2006).

As barragens de mineração e disposição de rejeitos a céu aberto tem como forma de preenchimento do seu interior (praia/reservatório) o lançamento em forma de ponto único ou em linha (Figura 4.6), que utiliza hidrociclones ou canhões (*spigots*). Com esses dispositivos torna-se possível realizar a separação do rejeito de forma granulométrica com a mesma densidade. Os hidrociclones utilizam a força centrífuga que separa as partículas mais grossas (*underflow*) das mais finas (*overflow*). As partículas mais finas representam a parte sólida da lama lançadas no reservatório da barragem. Por outro lado, as partículas mais grossas que são mais granulares, apresentam melhores características para seu lançamento próximo a crista do barramento que podem posteriormente ser utilizados como material de construção e alteamento (ALBUQUERQUE FILHO, 2004, p. 18).

Figura 4.6 - Método de descarga de rejeitos: a) ponto único b) em linha.

Fonte: RIBEIRO (2000, p. 28).

Ao entrar nos tipos de barragens e seus métodos de construção, se deve distinguir as três principais técnicas utilizadas a céu aberto, sendo: o método a montante; o método a jusante; e o método linha de centro. Albuquerque Filho (2004, p. 17) destacou que a grande vantagem nos métodos de construção de barragens de rejeito se dá pela questão da amortização dos custos, pois “[...] com a otimização dos métodos construtivos em virtude da experiência anterior e utilização dos próprios resíduos contidos como material de construção”. Todavia, não se pode esquecer que considerando alguns estudos no mundo, há diversas recomendações para que esses projetos adotem algumas providências para aumentar a segurança das estruturas que utilizam o rejeito como material construtivo de seu maciço.

Em vista disso, percebemos que o primeiro tipo de barramento a ser analisado, é a construção pelo método a montante (Figura 4.7), por ser a mais antiga, simples, econômica e perigosa, entre os três métodos acima mencionados. O método a montante configura as barragens que romperam nos últimos anos, assim, sabemos que de forma tardia, esse procedimento apresenta uma lei que impede o seu uso para novas construções e para desativação e descomissionamento das que ainda estão em operação no estado de Minas Gerais, conforme a lei estadual 23.291/2019.

Araújo (2006) apresenta a etapa inicial desse tipo de estrutura se inicia com a construção de um dique de partida que normalmente é realizado com material argiloso ou enrocamento compacto. Realizada essa etapa, o rejeito é lançado por canhões em direção a linha de simetria

do dique, formando por sua vez uma praia para os rejeitos. Esse procedimento desencadeia, ou então, tornará a fundação e eventualmente, caso seja alteada a barragem, a utilização desse material. Araújo, ainda destacou que apesar da sua ampla utilização pelas mineradoras, esse método apresenta um baixo controle construtivo, o que o torna tão arriscado. O que agrava essa questão é que os alteamentos são realizados com materiais não consolidados em que pela saturação, apresenta baixa resistência a cisalhamento, o que pode gerar liquefação dinâmico e estático.

Para Lozano (2006), após a construção dos diques da bacia, os alteamentos ocorrem por necessidades operacionais da mina em que o dique inicial é sempre maior que os diques posteriores. Por fim, devemos acrescentar que esse método, para Duarte (2008, p. 9) tem “[...] uma dificuldade na implantação de um sistema interno de drenagem eficiente para controlar o nível da água dentro da barragem, constituindo um problema adicional com reflexos na estabilidade da estrutura”.

Figura 4.7 - O método a montante de construção de barragens de rejeito mineral.

Fonte: Albuquerque Filho (2004, p. 21).

Já o método a jusante (Figura 4.8), consiste no deslocamento dos alteamentos para jusante a barragem. É construído um dique impermeável com drenagem interna composta por filtro e tapete drenante. O talude interno da barragem, também é impermeabilizado durante o processo de alteamento. Ressaltamos ainda que as impermeabilizações do método a montante não são obrigatórias, sobretudo, para o caso de rejeitos apresentar em alto grau de permeabilidade. Nesse método, os rejeitos são ciclados e lançados no talude a jusante no alteamento, pelo qual somente são utilizados, os rejeitos grossos (LOZANO, 2006).

Duarte (2008, p. 9) ressalta que as vantagens desse método consistem “[...] no controle do lançamento e da compactação, de acordo com técnicas convencionais de construção”. Ressaltamos que nenhuma parte da barragem é construída sobre rejeitos previamente depositados pelos quais, os sistemas de drenagem podem ser instalados durante todo o processo,

e que permite “[...] o controle da linha de saturação na estrutura da barragem e aumentando sua estabilidade” (DUARTE, 2008, p. 9).

Para Araújo (2006), o método a jusante necessita de maiores volumes de material de construção, o que torna o custo elevado comparado com o método a montante. Nesse sentido, continua, a área ocupada por esse método é muito maior, devido à necessidade de alteamento durante o progresso operacional. Por fim, Machado (2007, p. 64) acredita que esse método “[...] é mais eficiente para o controle das superfícies freáticas e inicia-se com um dique de partida em solo compacto”.

Figura 4.8 - O método a jusante de construção de barragens de rejeito mineral.

Fonte: Albuquerque Filho (2004, p. 23).

Machado (2007, p. 65) considera que o método linha de centro (Figura 4.9) apresenta uma solução intermediária e por isso, apresenta uma solução que se adéqua tanto ao método a jusante quanto ao a montante, “[...] embora seu comportamento estrutural se aproxime do método jusante”. Desse modo, a barragem tem início por um dique de partida pelos quais os alteamentos ocorrem com o eixo da barragem inalterado. Assim, para o autor durante todo esse processo é possível utilizar-se de zonas de drenagens internas como ocorre com o método a jusante. Para Albuquerque Filho (2004, p. 25) esse método apresenta maior facilidade construtiva e exige volumes relativamente menores de material dentro do processo de construção.

Figura 4.9 - Linha de centro, o método de construção de barragens de rejeito mineral.

Fonte: Albuquerque Filho (2004, p. 24).

Devemos ter em mente que a escolha entre um método ou outro depende da natureza do processo da mineração, condições geológicas e topográficas da região, além das questões relacionadas com as propriedades mecânicas dos materiais, bem como o impacto ambiental considerado dos rejeitos que serão armazenados na barragem (DUARTE, 2008).

Soares (2010), ainda acrescenta que devemos considerar algumas variáveis, como: topografia, geologia, tipos e propriedades do subsolo, granulométrica e concentração de rejeitos, velocidade de deposição, capacidade de armazenamento, alteamentos necessários, equipamentos de terraplanagem, capacidade de compactação e por fim, as equipes de controle.

Já para Albuquerque Filho (2004), dentro do método de construção da barragem podemos escolher entre as barragens convencionais de estéril ou de material de empréstimo. Com relação a uma barragem construída com estéril, para Albuquerque Filho (2004, p. 25) demonstra que “[...] o próprio rejeito granular é utilizado como material construtivo, as barragens de contenção também podem ser executadas de forma convencional com a utilização de estéreis, enrocamento ou materiais provenientes da área de empréstimo” (Figura, 4.10).

Figura 4.10 - Seção típica de uma barragem com estéril.

Fonte: Albuquerque Filho (2004, p. 25).

Para Filho (2004), devido ao rigor das exigências legais e ambientais ocorridos nas últimas décadas com relação ao controle de rejeitos, visando principalmente a segurança dessas estruturas, implica na “[...] adoção de projetos e procedimentos executivos similares àqueles desenvolvidos para estruturas de reservação de água” (ALBURQUERQUE FILHO, 2004, p. 25).

Desse modo, para essas estruturas é utilizado uma combinação de estéril com rejeito nas etapas de alteamento, o que desencadeia na apresentação de uma zona de filtro, na qual “[...] numeração das faixas presentes na figura indica a sequência construtiva utilizada para execução

desta barragem de rejeito”, que pode ser visualizada na Figura 4.11 (ALBUQUERQUE FILHO, 2004, p. 25).

Figura 4.11 - Seção típica de uma barragem construída com a combinação de rejeito e estéril.

Fonte: Albuquerque Filho (2004, p. 26).

Notamos que uma questão fundamental para garantir a segurança da barragem está no sistema de drenagem. Para Cardozo, Pimenta e Zingano (2016, p. 81) os maiores responsáveis para “[...] prevenir excessos de poro pressão ao fluxo de água da barragem” são os drenos. Essas forças de poro de pressão, são favoráveis ao movimento pelo qual, no caso de ineficiência do sistema de drenos, pode ocorrer o fenômeno conhecido como *piping*, que nada mais é que a erosão interna da estrutura. Portanto, o sistema de drenagem é fundamental para todos os métodos, pois, sabemos que cada um tem vantagens e desvantagens, vejamos elas resumidas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Resumo comparativo dos principais métodos construtivos de barragens de rejeito.

	Montante	Jusante	Linha de centro
Tipo de rejeito	Baixa densidade para que ocorra segregação	Qualquer tipo	Areias de lamas de baixa plasticidade
Descarga de rejeitos	Periférica	Independente	Periférica
Armazenamento de água	Não recomendável para grandes volumes	Bom	Aceitável
Resistência a abalos sísmicos	Baixa	Boa	Aceitável
Alteamentos	Ideal menos 10 m/ano	Nenhuma restrição	Pouca restrição

Vantagens	Menor custo, utilizado onde há restrição de área	Maior segurança	Flexibilidade construtiva
Desvantagens	Baixa segurança suscetibilidade a liquefação e <i>piping</i>	Grande quantidade de material requerido proteção do talude a jusante apenas na configuração final	Necessidade de eficiente sistema de drenagem

Fonte: Adaptado de CARDOZO; PIMENTA e ZINGANO (2016, p. 82).

Após compreender os principais métodos de construção de barragens e suas vantagens e desvantagens, torna-se necessário avaliar as principais causas de rompimento de barragem, o evento pelo qual pretendemos analisar. O rompimento de barragens, não é novidade na história da humanidade, sendo que existem diversas reincidências. Para Mota (2017, p. 22), existem dois fatores principais ao longo da história do evento. O primeiro se refere a fenômenos naturais que podem abalar as estruturas. A segunda se dá pelo mau planejamento da estrutura com falhas dentro de todo o ciclo de vida do projeto e também, após o seu término.

Para Luino e De Graff (2012), o rompimento de Stava, na Itália - com atividades de mineração, pelo menos desde 1528 – transforma-se em um marco, pois esse crime corporativo, assim como os outros, poderiam ter sido evitados com uma regulamentação mais sólida e eficaz. Em seu estudo, Luino e De Graff apresentam cinco razões das quais demonstram os motivos dos porquês as barragens de rejeitos são mais suscetíveis ao rompimento em relação as barragens convencionais. Apresentam que as causas mais comuns são processos conhecidos como liquefação e filtração que ocorrem devido um amplo estado de maturação, do qual demora a consolidar após a sedimentação. Basicamente, dado ao alto custo para manutenção das barragens, percebemos que o processo de sedimentação do material, a ampliação de quantidade represada, uma legislação branda e a ausência de protocolos a fim do monitoramento contínuo durante o ciclo de vida do projeto e após o fechamento da mina⁴⁹, são os fatores responsáveis pelos rompimentos.

Pela extensão das obras, as barragens de rejeitos, as falhas nos últimos anos trazem grandes impactos como perda de vida humana e animal, dos ecossistemas, das propriedades, dos rios e lagos, entre diversos outros recursos bióticos e abióticos que são afetados quanto ao evento do rompimento. Desse modo, essas falhas podem ser consideradas catástrofes, acidentes, tragédias ou crimes, visto que optamos para o trabalho a última terminologia que será detalhada ao longo da pesquisa.

⁴⁹ “O termo ‘mina’ inclui todas as instalações necessárias à produção de substâncias minerais, em particular as escavações, locais de disposição de estéréis e rejeitos, área de estocagem de minério, insumos e produtos, usinas de beneficiamento, instalações de apoio” (SÁNCHEZ, 2001, p. 49).

Mota (2017, p. 24) aponta a importância do desenvolvimento do conhecimento da mecânica dos solos e recursos hídricos oferecendo aos engenheiros, ferramentas importantes para “[...] quantificar as magnitudes desses danos e a prevê-los e eliminá-los desde a fase do projeto”. O autor destaca que as falhas das barragens são referentes as forças internas e externas com diversas razões para um eventual fracasso da estrutura, como: infiltração, erosão interna, galgamento, liquefação, entre outros. Santos, França e Almeida (2007) descrevem o tipo de barragem e sua relação com os seus rompimentos mais frequentes (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 - Causas de ruptura em barragens.

TIPO DE BARRAGEM	FORMA DE RUPTURA
Aterro	Galgamento Erosão interna Escorregamento de fundação Ação de ondas da albufeira Erosão da fundação jusante da barragem
Concreto gravidade	Deterioração dos materiais Falha da fundação da barragem Falta de estabilidade do corpo da barragem Erosão da fundação a jusante da barragem Atos de guerra
Concreto em arco	Falha dos encontros laterais do vale de fundação Saturação das fundações rochosas Carga excessiva resultante de um excessivo enchimento da albufeira Deslizamento do corpo da barragem Erosão da fundação a jusante da barragem

Fonte: Adaptado de SANTOS, FRANÇA E ALMEIDA, (2007, p. 24-25).

Será apresentado de forma bastante resumida e simplificada, com base no levantamento de Mota (2017) as principais causas de rompimento em barragens (Tabela 4.9). A erosão interna (*piping*) é uma das maiores causas de rompimentos de barragens antigas e pequenas, isso ocorre quando a água se infiltra na fundação ou solo compactado, criando um canal no interior da barragem. O galgamento também apresenta muitos casos no mundo e é geralmente oriundo do momento em que o nível da água do reservatório se eleva acima da crista da barragem, algo que geralmente ocorre devido a chuvas intensas, gerando um arraste de materiais que pode sobrecarregar a barragem. Já o deslizamento ocasiona quando determinadas áreas da barragem são deslocadas a jusante, que pode deslizar tanto na fundação como na barragem, dado desequilíbrio de forças. Por fim, Mota (2017) reforça que o processo de derrubamento é gerado em barragens de concreto que são causados por desequilíbrios na estrutura.

Tabela 4.9 - Relação entre tipos de barragens e suas formas de ruptura.

		Tipo de barragem				
		Terra	Concreto	Arco	Arco com contrafortes	Múltiplos Arcos
Formas de ruptura	Piping	x	x	x	x	x
	Galgamento	x	x	x	x	x
	Deslizamento	x	x			
	Derrubamento		x	x	x	x

Fonte: Adaptado de Mota (2017, p. 32).

Robertson (2011) apresenta informações interessantes com relação a evolução histórica da produção mineral e a altura das barragens de rejeito, conforme a Tabela 4.10. Podemos observar que conforme escala produtiva aumenta as barragens são reconfiguradas para comportar a demanda de rejeitos dos processos minerais. As estratégias das empresas de mineração estão adotando são baseadas na expansão da capacidade de carga por meio do aumento na altura das barragens. Barragens com 120 metros, 240 metros, com previsão de até 400 metros é algo surreal, não deveriam ter seus projetos aprovados, pois a extração mineral não se tornou mais eficaz, respeitando uma escala sustentável. O que percebemos são processos operacionais com alto desperdício de natureza, necessitando de armazenamento de sua ineficácia. O Estado simplesmente não poderia aceitar projetos dessas proporções, pois os riscos, por melhor que seja a técnica, não compensa para a sociedade. Pode até compensar para a firma, mas de fato, precisam ser coibidos para que possam pensar em novas técnicas mais eficientes, gerando menos resíduos, mitigando os *efeitos colaterais latentes*.

Tabela 4.10 - Crescimento da atividade mineral X altura das barragens de rejeito.

Evolução da produção mundial	Evolução da altura das barragens
1930 - 100 Toneladas/dia	1900 - Altura máxima das barragens - 30 metros
1960 - 1.000 Toneladas/dia	1930 - Altura máxima das barragens - 60 metros
1990 - 10.000 Toneladas/dia	1960 - Altura máxima das barragens - 120 metros
2000 - 100.000 Toneladas/dia	2000 - Altura máxima das barragens - 240 metros
Atual - 670.000 toneladas/dia	Atual - barragem de 340 metros em construção

2030 - 1.000.000 Toneladas/dia
(previsão)

Em fase de projeto, há uma barragem com altura
prevista de 400 metros

Fonte: Adaptado de Robertson (2011).

De acordo com a tabela acima, fica evidente como a mineração vem evoluindo no mundo e tornando-se cada vez mais acelerada, principalmente, como produção e escala, que como consequência, torna-se necessária barragens com porte cada vez maiores. Esses projetos estão transformando a sociedade, acrescentando riscos e vulnerabilidades cada vez mais difíceis de mensuração. Para o mercado financeiro, *quanto maior o risco, maior o retorno* e aparentemente, o setor mineral está jogando, e esgotando, com relação aos riscos, para que se tenham, em grande escala, retorno a curto prazo.

Desse modo, a sociedade e o ambiente natural são os que arcam com os passivos não contabilizados, pois no caso de rompimento dessas barragens, por mais que recaia alguns ônus às empresas, quem realmente paga a conta, é a população. Além disso, se o rompimento for durante o período de vida da empresa, o Estado consegue por intermédio de seus mecanismos cobrar a responsabilidade das empresas, mas e se as empresas não mais existirem? O que acontece quando nada acontece?

Após o crime corporativo da Samarco S.A., ocorrido em Bento Rodrigues, subdistrito de Mariana/MG (2015), muitos acreditavam que as mineradoras responsáveis iriam solucionar os problemas. Entretanto, percebemos que mesmo após toda a destruição as mineradoras optaram por utilizar material de segunda linha em seus projetos, o que reforça os argumentos de crime corporativo e até desdém para com a sociedade. Em matéria do dia 21 de agosto de 2019, o jornal Estado de Minas apresentou uma matéria denunciando as mineradoras por estarem utilizando materiais de baixa qualidade na construção de diques. Assim, o objetivo, por óbvio, era centrado em baratear os custos, mas já no início do projeto já apresentam falhas, que comprometem a recuperação ambiental (ESTADO DE MINAS, 2019).

Devemos compreender que hoje essas empresas ainda estão atuando com suas ações cotadas em bolsas de valores (mercado financeiro), mas e se no futuro o capital for pulverizado? Se houver fusões ou aquisições com outras empresas, mudando o capital social? Ou se simplesmente as empresas falirem com o tempo, mas deixando *rugosidades espaciais*, como as barragens de rejeito, quem arcará com os prejuízos? O modelo teórico proposto na Figura 3.16 pode auxiliar na compreensão desses questionamentos, pois considerando o *elemento espacial* da infraestrutura, temos três categorias ocultas no entorno (rugosidades espaciais, capacidade de suporte e sociedade de risco), e considerando as firmas no tempo presente e devir, oferecerá

indicadores do movimento que a ação humana está realizando, apoiados pelos ordenamentos (técnica, jurídica e simbólico).

4.3. BARRAGENS DE REJEITO: QUESTÕES JURÍDICAS E POLÍTICAS

Esta seção aprofunda sobre a questão mineral e suas barragens por meio de uma análise jurídica e política. Buscaremos abordar quais as respostas internacionais para os desafios da gestão de resíduos e prevenção de acidentes, adicionando o princípio da prevenção a essa questão. Depois, será abordado como esse tema é norteadado pela legislação brasileira e como são classificadas as barragens dentro da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Por fim, será apresentado o desenho político pela abordagem da economia ecológica que se espera orientar as proposições que serão apresentadas ao final do trabalho.

Ao longo dos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* que a humanidade vem trilhando durante sua existência, atualmente, um dos principais desafios dentro do modelo capitalista consiste no esgotamento dos recursos naturais. O compromisso internacional busca uma melhor relação entre a produção e o meio natural. Esse teve seu marco no Relatório Brundtland de 1987 e foi elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esse relatório, basicamente consiste na busca de garantias intergeracionais, nas quais as presentes gerações não impactem negativamente nas demandas das futuras gerações (*devir*). A proposta é que se tenha um compromisso com a exploração racional dos recursos naturais, o que torna um grande desafio por apresentar diversas contradições mostradas ao longo do trabalho. Desse modo, os recursos minerais tornam-se um elemento de suma importância, afinal, muitos são recursos não renováveis.

Para Toledo, Ribeiro e Thomé (2016, p. 2), além da falsa ideia de irreversibilidade “[...] há uma relação direta entre o caráter renovável de um recurso natural e o tempo de repouso necessário para sua regeneração”. Além disso, temos a questão temporal, visto que no tempo geológico a irreversibilidade tende a ser nula, mas dentro da escala de tempo da vida humana se transforma em um axioma.

Essa ideia vai ao encontro ao abordado por Tiezzi (1988, p. 188), pois há uma necessidade de uma aliança entre a “[...] história do homem e a história da natureza, entre os tempos históricos e os tempos biológicos, entre o marxismo e o malthusianismo, é tempo de novas culturas, de novas necessidades”. Com esses pilares a humanidade começa a caminhar

para uma nova cultura de desenvolvimento, na qual as nações se unem em compromissos que visam minimizar questões como a ideia de irreversibilidade dos recursos naturais, compreendendo ainda o critério temporal ao qual se está preso. Por fim, de acordo com Toledo, Ribeiro e Thomé (2016, p. 3) é necessário “protege-se o futuro, garantindo o presente, em uma relação de tolerância recíproca”.

Dada a importância desse marco, ressaltamos a importância da Declaração de Estocolmo de 1972. Essa declaração foi a primeira grande conferência com diversas autoridades com poder de decisão do mundo para debater o meio ambiente humano. De forma inovadora, os signatários desse instrumento jurídico conseguiram estabelecer princípios internacionais que fossem negociáveis sobre questões ambientais (TOLEDO; RIBEIRO; THOMÉ, 2016).

Dentro do princípio 21 da declaração, temos um exemplo de uma norma consuetudinária internacional. Um dos exemplos é o princípio em que os Estados são soberanos sobre sua exploração de recursos naturais, legislando suas próprias políticas ambientais. Todavia, exige a contrapartida dos Estados de assegurar que suas atividades estejam dentro do espaço de sua jurisdição, não causando danos ambientais aos outros (TOLEDO; RIBEIRO; THOMÉ, 2016).

Já na Declaração do Rio, de 1992, ocorreu avanços que se pode perceber em seu segundo princípio,⁵⁰ ao reafirmar a questão soberana na exploração dos recursos naturais e seus limites quanto a eventuais danos ambientais, nos quais o Estado deve exigir a avaliação de impactos ambientais aos empreendimentos. O princípio 19,⁵¹ desse mesmo mecanismo, adiciona a relação de Estados afetados que considera os impactos transfronteiriços sobre o meio ambiente, pautado na boa-fé (TOLEDO; RIBEIRO; THOMÉ, 2016).

Problemas ambientais somente pode ser solucionado de forma objetiva e razoável em negociações transfronteiriças e acordos internacionais, e o caminho até aí passa consequentemente por conferências e arranjos que atravessem inclusive as fronteiras das alianças militares (BECK, 2011, p. 58)

⁵⁰ Os recursos naturais da terra, incluídos o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e especialmente amostras representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservadas em benefício das gerações presentes e futuras, mediante uma cuidadosa planificação ou ordenamento. Disponível em: http://apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf. Acesso: 21 de dez, 2019.

⁵¹ “É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos”. Disponível em: http://apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf. Acesso: 21 de dez, 2019.

Devemos reforçar que, dentro dos princípios 18 e 21, da Declaração de Estocolmo⁵², sobre o meio ambiente humano, observamos a importância de compreender os riscos de determinados empreendimentos a sociedade, bem como as prováveis soluções. Logo, há um reconhecimento de que o meio ambiente é um direito humano e que deve ser protegido. Nesse sentido, cada Estado tem poder soberano para legislar. Esse princípio apresenta as soluções e interpretações de alguns países e blocos.

Para Silva (2018, p. 65), os Estados Unidos se valem da responsabilidade civil solidária e objetiva, “a responsabilidade civil nesse país pode retroagir a atos praticados anteriormente a essa norma, porém, são admitidas certas excludentes de responsabilização”, como: eventos da natureza, estado de guerra e fato de terceiro. Portanto, para Silva, a sua legislação tem natureza repressiva e preventiva. No Canadá, ela faz uso da responsabilidade objetiva e da teoria do risco criado, na qual, apesar de não haver uma regulamentação ambiental específica, as províncias possuem autonomia para regular o tema. Já na União Europeia, a responsabilidade solidária, a partir da Convenção de Lugano, 1933, inicia-se com o trato das responsabilidades por atividades perigosas, prevendo desse modo, indenizações que “[...] consagra internacionalmente a responsabilidade civil objetiva por danos ambientais” (SILVA, 2018, p. 68). Contudo, a responsabilização civil e o princípio do poluidor pagador constituem ferramentas importantes no trato desses temas.

Bueno e Delpupo (2017) aprofundam o tema com relação às normativas internacionais referentes ao direito ambiental. Os Estados Unidos, por exemplo, são baseados pela *Common Lay*, regulamentada pela *Comprehensive Environmental Response, compensation, and Liability Act* (CERCLA). A responsabilidade civil americana, é dada por três camadas: solidária, objetiva e retroativa. Além disso, os autores destacam que a responsabilidade civil ambiental nos Estados Unidos tem caráter compensatório e preventivo. Nesse sentido, no Canadá “em relação à implantação de empreendimentos e projetos de maior porte, o sistema canadense prevê a

⁵² Princípio 18 – “Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade”. Princípio 21 - Em conformidade com a Carta das Nações Unidas e com os princípios de direito internacional, os Estados têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos em aplicação de sua própria política ambiental e a obrigação de assegurar-se de que as atividades que se levam a cabo, dentro de sua jurisdição, ou sob seu controle, não prejudiquem o meio ambiente de outros Estados ou de zonas situadas fora de toda jurisdição nacional. Disponível em: http://apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf. Acesso: 21 de dez, 2019.

participação do público em processo prévio de avaliação e exame dos impactos ambientais” (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2145).

Para além desses pontos, deve ressaltar que no Canadá, o sistema de responsabilidade é baseado no princípio subjetivo, que obriga a vítima a provar sua ocorrência, atribuindo ao responsável o nexo causal entre o dano e a ação culposa. A União Europeia, na convenção de Lugano considera que “[...] atividade perigosa é a produção, a manipulação, o depósito e a utilização ou o rejeito de uma substância perigosa” (BUENO, DELPUPO, 2017, p. 2155). Portanto, as barragens de mineração são tratadas como atividades perigosa, nos termos do artigo 2º da Convenção de Lugano.

Em relação às barragens de rejeito da mineração, a Convenção de Lugano determina ser responsável pelos danos causados por rejeitos depositados em local de estocagem permanente o operador do sítio no momento em que aconteceram os danos. Caso os danos sejam percebidos após o fechamento do local de depósito, mas tenham acontecido por conta do depósito anterior de rejeitos, o último operador torna-se responsável (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2149).

Em países como Alemanha, Itália e França, o direito ao meio ambiente não é expresso pela sua constituição, sendo interpretada pelos direitos fundamentais, como o direito à vida, à integridade física e o direito de propriedade. Isso, ocorre na Alemanha, portanto, o Estado é obrigado a proteger o meio ambiente por meio de políticas ativas para garantir os direitos fundamentais. Contudo, Bueno e Delpupo (2017, p. 2149) ressaltam que “[...] as externalidades negativas da sociedade de risco são excludentes de responsabilidade na Alemanha, ao contrário do Brasil”, sendo que nesse caso, os afetados devem comprovar o nexo causal entre o dano e a atividade. Por fim, “no sistema germânico, portanto, o meio ambiente por si, enquanto bem de interesse difuso, ainda não é proteção jurídica” (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2149).

Já a legislação na Itália adiciona três princípios relacionados ao meio ambiente: o princípio da prevenção, a do poluidor pagador e o princípio da proteção jurídica. Nesse país, a responsabilidade civil solidária é uma realidade dentro dos limites da participação no dano. Apesar de haver uma falta de rigor legislativo, no que diz respeito a responsabilidade civil ambiental italiana, em comparação com a brasileira, o sistema de prevenção da primeira está “[...] inteiramente ligado às agências de controle ambiental, que é bastante eficaz, contendo normas, regulamentos e limites que impedem a ação predatória do ambiente” (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2150). Na França, temos a responsabilidade subjetiva, ou a teoria da responsabilidade pelo fato da coisa e “[...] não existem normas específicas sobre a

responsabilidade civil em matéria ambiental, a reparação do dano ambiental pode ser fundamentada no regime clássico do Código Civil” (BUENO; DELPUPO, 2017, p. 2155).

Por fim, para Bueno e Delpupo (2017) algumas características da Argentina, após a reforma constitucional de 1994, foi previsto no Art. 41, no Capítulo II – Novos Direitos e Garantias, que legisla sobre a necessidade de um desenvolvimento sustentável e que preserve as gerações presentes e futuras. A responsabilidade civil na Argentina é objetiva pelo dano ambiental, que vigora nos casos de danos individuais. Outra característica levantada é a previsão da responsabilidade solidária, o que inclui o dano coletivo.

Assim, devemos indagar o funcionamento dos mecanismos internacionais com relação às barragens de rejeito mineral. Luino e de Graff (2012) colocam que as barragens, independentemente de suas características específicas, são projetadas para durar muito tempo, sendo que sua vida útil está em torno de 50 a 100 anos, algo que pode aumentar com a manutenção adequada, além disso, sabemos que semelhante as barragens de água, as de rejeito são também projetadas para durar por um longo período.

Destarte, as barragens não têm impactos ambientais e sociais apenas no momento dos acidentes. Outros impactos constituem um passivo ambiental e podem virar um *passivo do sofrimento social*, em *devir*. Desse modo, temos relação com à contaminação do solo, emissão de partículas no ar e o risco de erosão, mas não se constituem no escopo do presente trabalho.

Com base no fato de que as barragens de rejeito da mineração, uma vez construídas, tornam-se perenes reservatórios carregados de material poluente, isto é, são obras que pretendem se integrar permanentemente na paisagem local, conclui-se que há impacto ambiental dessas construções mesmo quando não há acidentes ou rompimentos (TOLEDO, RIBEIRO, THOMÉ, 2017, p. 16).

Sánchez (2001, p.81-83) sistematiza processos de *desengenharia*, reconhecendo que a qualidade do solo impacta em problemas de saúde pública e com elevados riscos para os ecossistemas: “[...] desde que a poluição industrial começou a se manifestar, seus efeitos se refletem no solo, que podem, por exemplo, contaminar a água”. Assim, as barragens de rejeitos podem conter materiais contaminantes, como metais pesados. Contudo, dentro dos métodos de construção, não há a impermeabilização da fundação que se transformará nas praias de rejeitos.

Desse modo, fica nítido que são ameaças de segurança nacional e internacional o rompimento dessas barragens, já que no caso de ocorrência deste evento há o comprometimento dos ecossistemas e das populações que vão além das fronteiras dos territórios, tornando matéria de extrema importância aos Estados, pois, no momento em que o Estado não se atenta a essas questões, há o *efeito derrame*, sendo que o ideal, seria o *efeito transbordamento*.

Sabemos que o *efeito derrame*, no cenário de rompimento de uma barragem ocorre pelo processo em que, por falta de um norte orientador ao meio ambiente, desencadearia diversos desdobramentos nas cadeias sociais e econômicas. Se as instituições são fracas e clientelistas, o ambiente natural torna-se um mero fornecedor de recursos.

Nesse momento, o Estado torna sua regulação, licenciamento e fiscalização mais branda, com penalidades ainda mais leves, criando problemas nos territórios. Dentro dos territórios, tem início diversos conflitos, como ocorre hoje, em que grupos econômicos tem interesse em ampliar seus negócios, afetando comunidades indígenas, quilombolas, e a própria sociedade urbana, em suas zonas margilizadas. Dessa maneira, sabemos que esses conflitos geram tensões sociais que impactam diretamente nas questões econômicas.

Como o conflito é desigual e o Estado não está alinhado plenamente na defesa da sociedade, as forças econômicas tendem a vencer, elas criam excedentes produtivos, que são importados (internacionalização). Todavia, outros grupos de nações diversas começam a mostrar a sociedade os diversos abusos que ocorrem em um determinado território. Esses grupos exigem a compensação e a justiça, e com isso, fazem uso de espaços de convenções internacionais para apresentar o problema à comunidade internacional, com a criação de mecanismos na busca do equilíbrio. Porém, cada país é soberano na extração de recursos naturais, como os minérios, e optam pelo crescimento econômico a todo custo, afinal, este gera emprego e renda. Com o rompimento da barragem, tudo é colocado em xeque, pois essa postura prejudicou as questões políticas na esfera nacional e internacional, inclusive a própria democracia. Essas seriam, a nosso ver, algumas das várias consequências dentro da proposta do *efeito derrame* de Gudynas (2016).

É fundamental que o Estado garanta e faça cumprir a preservação do meio ambiente, pois com um olhar descuidado, sua negligência fere a própria democracia. Então, o *efeito transbordamento* auxilia na compreensão de alguns cuidados que se deve tomar considerando os limites do próprio Estado. Mesmo optando por uma métrica que representa as firmas em lugar de destaque, o seu comportamento é balizado pelas decisões das instituições que podem moldar sua conduta. Dentro do sistema capitalista, são as firmas que moldam o comportamento humano, modificando suas ações, criando ou transformando os objetos por meio de ações deliberadas. Ao se considerar os elementos espaciais somados aos pilares da economia ecológica podem gerar processos sinérgicos em toda a cadeia. No momento em que se

compreende cada etapa, gera subsídios ao Estado, reduzindo as assimetrias de informação⁵³ que irá modificar o comportamento das firmas. Consequentemente, alterar a ação humana buscando caminhos mais sustentáveis.

Por óbvio, não é uma tarefa simples por ser mais política que científica, no entanto existem muitas conferências e comissões no mundo, de caráter interdisciplinar que buscam auxiliar as políticas públicas voltadas para soluções inclusivas, deixando para trás as políticas extrativistas neocoloniais ainda vigentes.

A título de exemplos, segue algumas conferências sobre a questão mineral, destacando: *International Tailing Symposium*, em Tucson, Estado Unidos em 1972; *International Mine Drainage Symposium*, realizado em Denver, Estados Unidos no ano de 1979; *First International Mine Water Congress*, organizado em Budapeste, Hungria, em 1982; além das comissões internacionais que tratam especificamente das grandes barragens, como a *Internacional Commission on Large Dams* (CIBG/ICOLD). Essas conferências e comissões auxiliam as nações na implementação de normas jurídicas internacionais de gestão de barragens de rejeito. Nesse caso, o princípio da cooperação torna-se assim um elemento fundamental para os debates.

No ano de 1984, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), tratou a questão de movimentos transfronteiriços de rejeitos perigosos, realizando algumas recomendações. A OCDE foi a primeira a buscar uma solução política global na gestão de rejeitos, sendo que em 1991 apresentou diretrizes que auxiliam instrumentos normativos durante o ciclo de vida e após o seu término. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) incorporou as Linhas Diretivas e Princípios do Cairo organizado em 1987, que determinava a necessidade de os Estados instituírem normas de responsabilidade e seguro contra danos. Em 1989, a Convenção de Basiléia chega à conclusão sobre alguns pontos referentes à gestão de rejeitos, dado ao comércio internacional estar transformando alguns territórios em lixeiras planetárias. Devemos assim considerar o princípio da gestão ecologicamente racional dos resíduos que fornece ao Estado subsídios para que suas medidas sejam pautadas na saúde humana e no meio ambiente (TOLEDO, RIBEIRO, THOMÉ, 2017).

Em 1998, após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, quando foi publicada a Declaração do Rio de Janeiro, a CENUE instituiu a Convenção sobre o Acesso à Informação, a Participação do

⁵³ A assimetria de informação é um fenômeno econômico consistindo no momento em que uma das partes envolvidas em uma determinada transação tem mais informações em relação aos demais agentes. Com isso a negociação se torna injusta, pois coloca uma das partes em condição de vantagem, sendo considerado uma falha de mercado.

Público na toma de Decisões e o Acesso à Justiça no Domínio do Ambiente, comumente tratada como Convenção de Aarhus. Esta convenção caracteriza-se por exigir de seus membros a promoção dos princípios jurídicos internacionais ambientais, em especial o princípio da prevenção e da precaução, sendo considerada o projeto mais ambicioso em matéria de democracia ambiental já realizado pela ONU (TOLEDO, RIBEIRO, THOMÉ, 2017, p. 36)

Verificamos que estes mecanismos auxiliam também no entendimento do Estado como força de proteção ao meio natural e a sociedade que será discutido mais à frente. Zhouri, et al. (2018) reforçam que o rompimento de barragens se desdobra para além das questões econômicas, além de criar uma crise social, que a depender dos encaminhamentos das instituições, perpetua o sofrimento social, o que se torna a base para a proposta do passivo. Entretanto, ressaltam os autores, os conflitos ambientais não são apenas um confronto entre duas ou mais partes, pois “[...] os agentes envolvidos ocupam posições assimétricas, em uma distribuição desigual dos capitais econômicos, políticos e simbólicos lhes dão o poder de ação e de enunciação” (ZHOURI, 2018, p. 38).

Para Tiezzi (1988), existem dois pontos – dimensão planetária e prazos longos – que são importantes para as decisões políticas que compreendem os atuais desafios, de modo a melhorar as assimetrias e distribuição desigual de forças. Para Tiezzi, as experiências histórico-políticas dos seres humanos não mais servem para encarar os problemas mais graves que estão surgindo pela sua defasagem. Contudo, para essas questões complexas devemos optar pelo “[...] primado da biologia, não como ciência asséptica que oriente a política, mas, ao contrário, uma política permeada, nutrida de biologia” (TIEZZI, 1988, p. 198).

Dessa forma, existe a possibilidade do *efeito transbordamento*, uma vez que essa ótica nivela as forças econômicas, ambientais e sociais, tornando possíveis decisões mais acertadas, o que também não implica uma ausência de erros, mas que altera a cultura global. A nosso ver, são tentativas como essas, com a visão de uma nova cultura de desenvolvimento, que representa todos os esforços alocados até o momento.

Ao se pensar no objeto de estudo, os acidentes com barragens de rejeito implicam danos em cursos d’água, algo que se verifica no exemplo da barragem de Fundão que saiu de Minas Gerais afetando diretamente o Espírito Santo e outros Estados, chegando ao alto mar. Por meio da lei da gravidade os rejeitos se deslocam pelos cursos dos rios, indo em direção aos mares. Portanto, uma gestão de riscos eficaz também trata da proteção das bacias hidrográficas, o que reforça a importância de normativas internacionais sobre o tema. As Regras de Helsinque foram instituídas pela Associação de Direito Internacional que buscam uma boa governança nos cursos d’água apresentando a noção de equidade. Uma das regras criadas em 1966, determina

que as questões soberanas possuam limites, sobretudo quando ultrapassam as fronteiras, proibindo qualquer tipo de poluição hídrica, em caso de descumprimento, deve compensar de alguma forma. Logo, a utilização soberana do recurso natural, não pode causar danos em outros Estados. Na Convenção das Nações Unidas, sobre utilização dos Cursos d'água internacionais em 1997, se vale dessa regra, utilizando o princípio da utilização equitativa dos recursos naturais. Nota-se assim, que as utilizações dos recursos naturais venham ocorrer danos a outros Estados torna-se um elemento fundamental para a proteção ambiental. Afinal, na Convenção de Lugano, a responsabilidade recai para aqueles que exploram uma atividade perigosa (TOLEDO, RIBEIRO, THOMÉ, 2017).

Para Silva (2018) fazer uma legislação aplicável a todos os países, ao se tratar das barragens de rejeitos, é algo difícil de efetivação, motivo que não se restringe às diferenças econômicas entre as nações, pois existem diversas desigualdades legislativas. Observamos que, mesmo com todos os esforços, as barragens continuam a romper no mundo, em especial no Brasil. Portanto, existe uma dificuldade de várias ordens no mundo vejamos:

- 1) A legislação sobre barragens pode estar incluída em legislação referente a contextos mais vastos, como, por exemplo, infraestruturas hidráulicas;
- 2) A legislação sobre barragens pode remeter para outros textos legais;
- 3) A legislação pode ser de tipos diferentes (puramente administrativa ou técnico-administrativa) e apresentar graus de pormenorização muito diversos;
- 4) O “peso” jurídico da legislação pode ser diverso: em Portugal, por exemplo, há regulamentos e normas, enquanto que no Canadá há orientações (*guidelines*) que não são estritamente obrigatórias;
- 5) Pode haver legislação distinta conforme a dimensão da barragem;
- 6) Acompanhamento das atualizações da legislação e em qual nível a legislação está sendo aplicada (DUARTE, 2008, p. 41).

Devido ao grande território brasileiro uma das preocupações centrais apresentadas - danos transfronteiriços - não torna se a questão central, todavia, os impactos não são minimizados por não afetarem outros países. Silva (2018, p. 70) avalia que a Constituição Federal de 1988 segue a tendência mundial de tutelar o meio ambiente como garantia de todos, tendo inclusive um caráter intergeracional. Nesse sentido, continua o autor, “[...] tem-se, pela redação constitucional, que o bem ambiental é de uso comum, de todos, de natureza difusa, sendo a sua proteção uma segurança à vida digna” (SILVA, 2018, p. 70).

Silva (2018, p. 71) ressalta que “o direito difuso ao meio ambiente equilibrado é um direito de terceira geração, que dialoga com os direitos da primeira geração, como saúde e vida”. Por conseguinte, para o autor, dentro do mandamento constitucional, não há margens para o Estado não atuar, ou atuar de forma insuficiente, resultando em uma prática inconstitucional.

Isto posto, “[...] o Estado não pode se eximir do seu papel de regular a extração mineraria e, consequentemente, a disposição de rejeitos resultantes dessa atividade” (SILVA, 2018, p. 72).

Por isso:

A sociedade, com todos os seus subsistemas, economia, política, família, cultura, justamente na modernidade tardia, deixa de ser concebível como autônoma em relação à natureza. Problemas ambientais não são problemas do meio ambiente, mas problemas completamente – na origem e nos resultados – sociais, problemas do ser humano, de sua história, de suas condições de vida, de sua relação com o mundo e com a realidade, de sua constituição econômica, cultural e política (BECK, 2011, p. 99).

Considerando os rompimentos das atuais barragens os impactos são imensuráveis, afinal, muitos dos passivos não têm precificação no mercado. O ambiente natural, hoje tem métodos de valoração que auxiliam na contabilização dos passivos, todavia, quando se trata dos passivos sociais torna se mais complexo a valoração, quiçá impossíveis de se realizar. Silva (2017) considera que devido as barragens alterarem os cursos d’água, há normas específicas norteando o tema já que pode incidir de alterações em bacias hidrográficas. De acordo com o artigo 21, XIX, da Constituição Federal, compete a União (...) “instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”.

Desse modo, o artigo 20 determina os recursos hídricos como bens da união. Assim, a Carta Magna, pelo seu artigo 20, bem como artigo 176, §1º da Constituição, determina o interesse nacional da exploração mineral (BRASIL, 1988), reforçado pelo art. 1º da Lei 9.478/1997 (BRASIL, 1997).

Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra (BRASIL, 1988).

Por conseguinte, esses textos normativos orientaram as leis que regem as barragens, como as questões relacionadas à segurança das estruturas. Inicialmente, a lei federal nº 9.433/1997 sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, em que o seu Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) subsidiam a lei federal nº 12.334/2010, relativo a segurança das barragens. Com a lei que cria a Agência Nacional de Águas, nº 9.984/2000, ela define as competências relacionadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), que tem por sua vez, como um dos objetivos, consolidar anualmente, por intermédio dos órgãos fiscalizadores, o Relatório de Segurança de Barragens, que se transforma no marco regulatório sobre o tema.

Dessa forma, são estabelecidas políticas públicas com uma determinada instrumentação, na qual, as ações públicas e privadas devem adotar uma efetiva e plena segurança das estruturas (SILVA, 2017).

Molinaro (2012, p. 80) reforça o dever do Estado, e cada cidadão, deve ter “[...] um comportamento pautado por uma postura ecologicamente responsável”. Nesse sentido, o Estado deve tutelar e garantir “[...] nada mais nada menos que uma vida digna e saudável aos seus cidadãos, o que passa pela tarefa de proteger e promover os direitos fundamentais, o que abrange a retirada dos possíveis obstáculos à sua efetivação” (SALET; FERNSTERSEIFER, 2012, p. 135).

Além disso, para Ayala (2012, p. 225), na ordem constitucional brasileira o Estado tem deveres de proteção: “[...] imperativos de ponderação preventiva ou imperativos de ponderação precaucional”, em que, dado o princípio de longa duração, exposto no § 1º, do artigo 225. Diante de todo o contexto apresentado, para Silva (2018, p. 74) o Estado deve fiscalizar de formas: preventiva e repressiva. A primeira, é no momento quando se pensa nas barragens, esse momento consiste nas fiscalizações por amostragem que é realizada pelo sistema de gestão de barragem. A segunda, é quando o poder público tem ciência da prática de uma infração administrativa. Todavia, observamos um movimento de fraca regulação do setor mineral para uma autorregulação (ENRIQUEZ, 2007; COELHO, 2015; GUYNAS, 2016; SANTOS; MILANEZ, 2017, ZHOURI, et al., 2018).

Basicamente, isso consiste em demonstrar que o Estado, por negligenciar suas obrigações torna-se o principal responsável por desencadear o *efeito derrame*. Todos que exploram recursos minerais tem por obrigação, recuperar a área degradada pela atividade, isso consta no artigo 225 da Constituição Federal. Além disso, para Silva (2018, p. 76) havendo um ilícito ambiental “[...] o responsável direto ou indireto, pessoa jurídica, pública ou privada, a obrigação de reparar o dano, independente da culpa”. Nesse sentido, há responsabilidade do empreendedor de cumprir as leis, o que força procedimentos mais robustos. Logo, no caso de dano, Silva (2018, p. 80) afirma que a responsabilidade é objetiva e integral, pois “[...] as empresas que realizam a disposição dos rejeitos em barragens são responsáveis pelos danos causados com a ruptura dessas estruturas”. Todavia, dada à transferência de responsabilidades, que transita de um modelo de regulação fraca para uma autorregulação, vem dificultando qualquer ação pelo *devoir*.

Atualmente, as barragens continuam rompendo, apesar de o Estado ter normativas e instrumentações importantes que merecem um aprofundamento, como: a Política Nacional de

Segurança de Barragens (PNSB), que conforme mencionado, nasce pela lei federal nº 12.334/2010. No seu terceiro artigo estabelece os objetivos da política nacional de segurança de barragens que visa garantir os padrões de segurança da estrutura, além de regulamentar as ações de segurança em todas as fases (planejamento a desativação do projeto), criando formas de monitoramento das ações que ampliam as responsabilidades aos órgãos de controle, estabelecendo padrões mínimos de qualidade, para que se crie uma cultura com relação à gestão de riscos. Sua instrumentação é dada da seguinte forma:

Art. 6. São instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):
I – O sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado;
II – O Plano de Segurança de Barragem;
III – O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
IV – O Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima);
V - O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
VI – O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
VII – O Relatório de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010).

A classificação de barragens por categorias de risco define se é de alto, médio ou baixo impacto, que apresenta a seguinte equação:

$$CRI = CT + EC + PS$$

Sendo:

CRI = categoria de risco;

CT = características técnicas;

EC = estado de conservação;

PS = plano de Segurança de Barragem.

Portanto, foi estabelecida as seguintes classes para os riscos com barragens, sendo: alto ($CRI \geq 60$ ou $EC \geq 8$), médio ($35 < CRI < 60$) e baixo ($CRI \leq 35$). A legislação destaca que a classificação por *Categoria de Riscos*⁵⁴ se dá pelo *Dano Potencial Associado*⁵⁵ a perdas de vidas humanas, além dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes do rompimento da

⁵⁴ “Quanto à categoria de risco, as barragens serão classificadas de acordo com aspectos da própria barragem que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente” (CNRH 143/2012).

⁵⁵ “O dano potencial associado pode ser entendido como o “dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais” (CNRH 143/2012).

barragem. O Dano Potencial Associado (DPA) tem a seguinte classificação: alto ($DPA \geq 16$), médio ($10 < DPA < 16$) e baixo ($DPA \leq 10$).

A Resolução CNRH nº 143/2012 determina que para o cálculo, devem ser verificadas as seguintes informações:

- 1) Quanto às características técnicas: a altura do barramento e o comprimento do coroamento da barragem, o tipo de barragem quanto ao material de construção, o tipo de fundação da barragem, a idade da estrutura e o tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro;
- 2) Quanto ao estado de conservação da barragem: a confiabilidade das estruturas extravasoras, a confiabilidade das estruturas de captação, se possuir a eclusa, as taxas e formas de percolação, as deformações e recalques da estrutura, a deterioração dos taludes, incluindo a frequência por tempo determinado e demais variante com o perfil de deformação;
- 3) Quanto ao Plano de Segurança da Barragem – PSB: a existência de documentação de projeto, a estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem, quais os procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento são efetivamente aplicados ao paramento *in casu*, qual a regra operacional dos dispositivos de descarga utilizados na barragem, e como é procedida a análise e interpretação dos relatórios de inspeção e segurança (SILVA, 2017, p. 101-102).

Outro ponto importante, é a noção de Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA). O primeiro está relacionado à integridade da barragem que por modelagem estatística calcula a probabilidade da ocorrência incidente. O segundo, é representado pelos impactos relativos do evento de ruptura da barragem, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma determinada barragem. Esse tem sua mensuração conforme os impactos em vidas humanas, além dos riscos sociais, ambientais e econômicos.

Contudo, Agência Nacional de Mineração (ANM), que está vinculada ao Ministério das Minas e Energias (MME) é o órgão responsável pela cessão, outorga, licenciamento e permissão das atividades de exploração mineral, sendo a principal instituição fiscalizadora. Com base nessas informações a ANM alimenta os dados do SNISB, pois no final do cálculo, elenca entre A e E, das barragens mais seguras às menos seguras, com a periodicidade máxima de revisão da época, conforme se pode visualizar na Figura 4.12 (SILVA, 2017).

Figura 4.12 - Classificação de Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA).

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A – 5 anos	B – 5 anos	C – 7 anos
Médio	B – 5 anos	C – 7 anos	D – 10 anos
Baixo	C – 7 anos	D – 10 anos	E – 10 anos

Fonte: ANM. Disponível em: www.anm.gov.br. Acesso: 20 de out. 2019.

Quanto aos empreendedores da extração mineral, além do artigo 4 da lei 12.334/2010 já apresentado, que atribui a responsabilidade legal pela segurança da barragem, se deve destacar o artigo 17, que obriga ao empreendedor:

- I - Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;
- II - Providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;
- III - Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;
- IV - Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;
- V - Manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;
- VI - Permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do Sindec ao local da barragem e à sua documentação de segurança;
- VII - Providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem, observadas as recomendações das inspeções e as revisões periódicas de segurança;
- VIII - Realizar as inspeções de segurança previstas no art. 9º desta Lei;
- IX - Elaborar as revisões periódicas de segurança;
- X - Elaborar o PAE, quando exigido;
- XI - Manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado, bem como das características químicas e físicas do fluido armazenado, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
- XII - Manter registros dos níveis de contaminação do solo e do lençol freático na área de influência do reservatório, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;
- XIII - Cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB (BRASIL, 2010).

Um ponto que torna se importante é a ausência de delimitação temporal nos instrumentos legais. Portanto, a questão referente a longo prazo, mas dentro da própria estrutura das barragens, que são feitas para durar entre 50 ou 100 anos, o longo prazo tem um caráter de poucas gerações. Isto posto, se deve entender o longo prazo como uma questão duradoura, pois as barragens se mantêm na paisagem, transformando-se em *rugosidades espaciais*, indo muito além de 100 anos. Por fim, curioso notar na análise do artigo 17 da lei 12.334/2010, sobretudo

no seu terceiro tópico, quando trata da desativação da barragem, o termo usado é: “quando couber”.

Esse ponto traz incerteza jurídica quanto ao tema, pois desconsidera processos importantes que contemplam os passivos ambientais e possíveis soluções, como a *desengenharia*. Assim, antes dos grandes rompimentos os empreendedores basicamente não desativavam suas barragens com processos de descomissionamento. Essas barragens deixavam de operar, mas os riscos associados se mantinham, como é o caso da barragem de Brumadinho/MG. Com o objetivo de normatizar essa questão, o antigo DNPM (hoje ANM) cria a portaria nº 70.389/2017, apresentando uma sistemática para a fiscalização das barragens. O artigo 15 dessa portaria modifica a revisão periódica apresentada acima, pois as estruturas com alto Dano Potencial Associado (DPA), terá sua fiscalização de 3 em 3 anos, as de médio DPA será realizado de 5 em 5 anos, e por fim, de 7 em 7 anos serão fiscalizadas as com baixo DPA. Alguns pontos quanto às interpretações sobre as barragens merecem destaque, como:

- III. Barragem de mineração ativa: estrutura em operação que esteja recebendo rejeitos e/ou sedimentos oriundos de atividade de mineração;
- IV. Barragem de mineração em construção: estruturas que estejam em processo de construção de acordo com o projeto técnico;
- V. Barragem de mineração existente: estrutura cujo início do primeiro enchimento ocorrer em data anterior à do início da vigência desta Portaria;
- VI. Barragem de mineração nova: estrutura cujo início do primeiro enchimento ocorrer após a data de início da vigência desta Portaria;
- VII. Barragem de mineração em processo de fechamento: estrutura que não opera mais com a finalidade de contenção de sedimentos e/ou rejeitos, mas ainda mantém características de barragem de mineração;
- VIII. Barragem de mineração descaracterizada: aquela que não opera como estrutura de contenção de sedimentos e/ou rejeitos, não possuindo mais características de barragem de mineração sendo destinada à outra finalidade;
- IX. Barragem de mineração inativa ou desativada: estrutura que não está recebendo aporte de rejeitos e/ou sedimentos oriundos de sua atividade fim mantendo-se com características de uma barragem de mineração (DNPM, 2017).

O objetivo dessa portaria consiste em melhorar o cadastro pelos órgãos fiscalizadores, atribuindo questões que antes dos grandes rompimentos não eram claras, por se optar por um método de regulação fraca. Todavia, quanto às barragens de mineração inativa ou desativada, essas ainda apresentam características de uma barragem de mineração, visto que a ideia de descomissionamento sequer aparece no texto. Aparentemente a opção continua pelo viés econômico dado ao alto custo do processo de descomissionamento.

Sánchez (2001) destacou o problema das minas abandonadas por serem fonte de diversos problemas. O autor apresenta alguns exemplos no Brasil, e no mundo, de minas abandonadas, sendo que apenas na bacia Guarapiranga, na região de São Paulo,

há aproximadamente 110 minas abandonadas ou inativas. No estado da Califórnia, Estados Unidos, o número é de aproximadamente 2.500 minas. Já no Canadá, na região de Ontário há aproximadamente 6.000 minas nessa situação. A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) verificou que no estado de Minas Gerais tem pelo menos 400 minas abandonadas ou inativas.

No artigo 16, § 5º da portaria 70.389/2017 é o único trecho que versa sobre o assunto, afirmando a responsabilidade do empreendedor recuperar ou desativar as barragens em situação de abandono. Questiona-se que em muitos dos casos não há mais empreendedor, e mesmo existindo, essa normativa vai ao encontro com o artigo 17 da lei 12.334/2010 que adiciona o “quando couber, a desativação da barragem”. Mesmo considerando a desativação por parte do empreendedor, a ANM destaca que se mantêm com características de uma barragem de mineração. Percebemos assim, que apesar de constantes evoluções normativas, processos elementares são desconsiderados, mantendo os riscos à sociedade. É importante destacar que, com essa postura:

O custo, em termos de depredação do mundo físico, desse estilo de vida é de tal forma elevado que toda tentativa de generalizá-lo levaria inexoravelmente ao colapso de toda uma civilização, pondo em risco as possibilidades de sobrevivência da espécie humana (FURTADO, 1981, p.75).

Silva (2018, p. 90) destacou ainda que todas as documentações referentes às barragens devam estar em consonância com a lei nº 6.496/1977, que por sua vez define para efeitos legais “[...] os responsáveis técnicos pelo empreendimento, nos termos do artigo 2º da referida norma legal”. Todavia, os profissionais sofrem pressões dos empreendedores sobre os projetos, no qual prazos não realísticos e custos mínimos constituem a regra do jogo. Isto posto, esses fatores influenciam na integridade das estruturas, pois os profissionais podem ser responsabilizados de modo administrativo, civil e penal, no caso de falhas nas barragens com a pessoa jurídica que contratou os serviços.

Para Beck (2011) o problema específico dos engenheiros, quando se pensa nessa relação de pessoa física para a jurídica é que muitos são escravizados terem opiniões contrárias a uma determinada visão, tornando impossível para os engenheiros denunciarem os principais riscos que eles vêem, produzem e reproduzem. Caso o fizerem, correm o risco de perder o emprego torna se elevado, aumentando a pressão do dia a dia do trabalho.

Adams (2009) apresenta a conferência *Fellowship of Engineering*, de 1990, no Reino Unido, esse encontro, basicamente consistia em advertências de acidentes evitáveis. Assim,

“[...] à questão de como os engenheiros deveriam se comportar na presença do risco”, que não “[...] trouxe encorajamento àquela cuja esperança de progresso aposta na habilidade das instituições de se erguerem acima dos interesses pessoais se reorganizassem” (ADAMS, 2009, p. 244).

Por conseguinte, Sánchez (2001, p. 201) também dá ênfase a essa questão, adicionando a responsabilidade das escolas de engenharia e do sistema educacional, percebendo que uma das soluções são projetos “[...] que já prevejam seu fim, da implantação à desativação, poderá o engenheiro contribuir para que a dívida ambiental não se acumule”.

Desse jeito, quando se pensa nessas questões pelo olhar da sociedade no presente e no porvir, torna se essencial à informação que parte dos engenheiros, pois estes modificam a cultura. Os atingidos e afetados por esses empreendimentos necessitam ter suas vozes ouvidas, elas são fundamentais para que não ocorra o *efeito derrame*. A exploração mineral não deveria ser visualizada como uma maldição, mas devido a vários fatores apresentados até o momento, reforçam essa visão, pois não se tornam dídivas às pessoas. Quando se pensa no *devir*, que não se manifestam pelo óbvio motivo de não estarem presentes, o Estado deve se valer do princípio da precaução e pensar que estas pessoas são bens comuns, constituindo fontes de riquezas e conhecimentos imensuráveis (BARCELOS, et al., 2019).

Resgatando a proposta de Daly e Farley (2016), quando se pensa em políticas ambientais, se deve pensar na escala. No *mundo vazio*, não havia preocupação quanto a escala, afinal, os humanos não afetavam significativamente a resiliência da natureza, logo, não era um problema político. Já no *mundo cheio*, dado o alto impacto das atividades humanas na *capacidade de suporte* da natureza, torna se um problema político. A política adotada pela legislação brasileira quanto ao tema pode ser resumida na Tabela 4.11. Ela define os envolvidos e suas responsabilidades.

Tabela 4.11 - Resumo dos envolvidos e seus papeis e obrigações conforme a Lei Federal 12.334/2010.

Parte envolvida	Papel e Obrigação
Empreendedor	Gestão da segurança da barragem
Órgão Fiscalizador Agência Nacional de Mineração - ANM	Regulamentar Fiscalizar Manter cadastro Informar
Agência Nacional de Águas - ANA	Elaborar o relatório anual de Segurança de Barragens Implementar sistema de informações Demais obrigações dos fiscalizadores
Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH	Regulamentar a classificação das barragens Diretrizes para implementação da lei

A política tem fins e meios, assim, a economia ecológica e a geografia humana são diretamente ligadas a política. Daly e Farley (2016, p. 80) consideram “[...] um erro grosseiro pensar que no futuro se saberá sempre mais que no passado”. Os autores percebem que cada geração nasce totalmente ignorante, pois, no âmbito de uma política que se enquadra em um sistema democrático, “a distribuição do conhecimento é tão importante como a distribuição de riquezas” (DALY; FARLEY, 2016, p. 80).

Daly e Farley (2016, p. 83) considera que para que a política faça sentido, temos duas questões:

Acreditar que há alternativas reais entre as quais escolher. Se não há alternativas, se tudo for determinado, então não faz sentido discutir política – o que será, será. Se não há opções, então não há responsabilidade, não vale a pena sequer pensar. Mesmo que haja alternativas reais, o diálogo sobre as políticas não faz sentido a menos que haja um critério real de valor a ser usado para escolher dentre as alternativas. Se não consegue distinguir a melhor e a pior condição do mundo, não faz sentido tentar alcançar uma determinada condição do mundo ao invés de outro. Se não há critério de valor, então não há responsabilidade, não vale a pena sequer pensar. Em suma, uma política séria deve pressupor: (1) o não determinismo - que o mundo não se encontra todo determinado, que já um elemento de liberdade que nos proporciona alternativas reais; e (2) o não niilismo – que há um critério real de valor para guiar as nossas escolhas, ainda que vagamente o percebamos (DALY; FARLEY, 2016, p. 83).

Para Daly e Farley (2016) o mercado é incapaz de dizer o quanto de ar limpo, água limpa, pântanos saudáveis ou florestas saudáveis a sociedade deve ter. Tão pouco, essa entidade é incapaz de inferir sobre os riscos aceitáveis quando se pensa pelo *devir*. Muito menos podem dizer qual a distribuição desejável de recursos e a escala necessária para não criar colapsos na *capacidade de suporte* dos ecossistemas. Fica nítido que há um processo de degradação ambiental que se reflete nas sociedades do presente e do porvir. Os autores firmam que para as políticas ambientais surtirem efeito se deve considerar seis princípios básicos:

- 1) As políticas econômicas possuem sempre mais do que um objetivo e cada objetivo político independente requer um instrumento político independente;
- 2) Políticas devem almejar atingir o grau de controle macro desejável com o mínimo de sacrifício da liberdade e da variabilidade no nível micro;
- 3) Políticas devem prever uma margem de erro quando lidam com o meio biofísico;
- 4) Políticas devem reconhecer que partimos sempre de condições iniciais históricas;
- 5) Políticas devem ser capazes de se adaptar às alterações de condições;
- 6) O domínio da formulação de políticas deve ser congruente com o domínio das causas e efeitos do problema com o qual a política lida (DALY; FARLEY, 2016, p. 524-528).

Com base no conhecimento acumulado até aqui, o próximo subcapítulo buscará adicionar novos elementos para auxiliar na interpretação da questão mineral e as barragens de rejeito. A *sociedade de riscos* e a gestão de risco serão abordadas, tentando entender como dentro da sociedade cientificista e reflexiva gera efeitos colaterais latentes na pós-modernidade. Criando assim análises dessas questões com o plano de fechamento de mina e a proposta da *desengenharia*, de modo a compreender como o modelo proposto (Figura 3.16) pode contribuir para que se gere o *efeito transbordamento*.

4.4. A SOCIEDADE DE RISCO COMO PROBLEMA OCULTO NA TOTALIDADE ESPACIAL

Demonstramos que o modelo teórico apresentado na Figura 3.16, bem como as informações relativas ao ensaio teórico das figuras 1.8 e 1.9, são pontos fundamentais para compreender, dentro da noção da *totalidade espacial*, as problemáticas desenhadas até o momento. Nesse sentido, um elemento ainda não trabalhado do instrumental metodológico se refere a *sociedade de risco* de Ulrich Beck (1944-2015), apresentando como um problema oculto na *totalidade espacial*.

O modelo proposto, a nosso ver, pode ser utilizado para quaisquer *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*, em qualquer temporalidade (tempo presente e *devir*), auxiliando, sobretudo, na equalização das assimetrias das informações inerentes aos processos. Portanto, devemos resgatar a questão problema dessa pesquisa, por um olhar macro, vejamos: o que ocorreria com os elementos espaciais do entorno das barragens se o rompimento fosse hoje? Na perspectiva do *devir*, como essa situação desenrolaria?

A sociedade contemporânea e pós-moderna vive uma fase completamente distinta de tudo que já se foi observado na história humana. Quando se considera a *sociedade de risco*, ou seja, a consciência que o risco existe e está aí para criar temor e sofrimento aos seres vivos, demonstra a necessidade de compreensão dessas forças ocultas. Os *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, dentro do capitalismo, consistem em uma dinâmica que transforma o espaço, afetando diversos períodos temporais à frente. Essas ameaças geram renda, emprego, riqueza, entre outras variáveis tão importantes em um ciclo de crescimento acelerado que desconsidera o *devir*.

Nem os *limites dos recursos, dos direitos humanos e do Estado* estão sendo obstáculos para o avanço das teorias econômicas convencionais (neoclássicas). A lei da entropia, bem

como os *recursos de fundo de serviços* e *recursos de fluxo de estoque*, é totalmente ignorada, pois o aumento do PIB é o indicador pelo qual o Estado-Nação utiliza-se de todas as suas forças para mantê-lo. Em momentos de recessão econômica, o próprio governo atendendo às suas políticas, abre um “vale tudo” pelo crescimento econômico. Nesses momentos, as forças que já são ocultas tornam-se ainda mais obscuras, pois a sociedade só irá notar estas forças em momentos de catástrofes. Este estudo foca apenas no rompimento das barragens que são construções de alto risco, independente da classificação, que podem ser de baixo ou de alto custo, em um setor intensivo em capital, mineração.

Destarte, as ameaças da civilização criam um “reino das trevas” para os mais vulneráveis, afetando inclusive o futuro, dado as *rugosidades espaciais* dessas estruturas. Beck (2011, p. 89) compara esse reino com “[...] os deuses e demônios da Antiguidade, que ocultavam por trás do mundo visível e ameaçavam a vida humana no planeta”. Para Beck não há comunicação com estes espíritos, mas a sociedade como um todo está exposta a diversas outras ameaças aterrorizadoras. Irradiações, envenenamento em massa, holocausto nuclear, mudança climática, são questões que passam imperceptíveis, mas estão presentes por todas as partes. Os mundos das coisas visíveis já se tornam confusas, imagine quando se lança questões ocultas aos olhos.

Muitos dos afetados e atingidos pela mineração desconhecem uma planta operacional, poucos já viram uma barragem de rejeitos, mas o risco está lá, visível, porém difícil de ver. Várias pessoas que conseguem identificar os riscos, buscam alternativas para minimizar, mas suas vozes são desconsideradas. Após as catástrofes as pessoas começam a compreender melhor os riscos, o que força a mudança, por isso se apoiam naqueles que possuem uma visão sistêmica e holística sobre o problema, mas mesmo assim, essas vozes tendem a ser desconsideradas. Tudo isso está diretamente ligado à busca incessante no crescimento econômico (PIB), pois até mesmo o Estado, está em uma correlação de força desfavorável com as grandes corporações. Desse modo, um dos componentes chave para fazer com que a economia cresça, aliada ao clientelismo e apego ao poder, gera o *efeito derrame*, por tornar os riscos ainda mais ocultos. Portanto, “[...] sua invisibilidade não é prova alguma de sua inexistência, muito pelo contrário, - visto que é em todo caso na esfera do invisível que sua realidade tem lugar- garante à sua malvadeza um espaço praticamente ilimitado”, assim como os deuses antigos (BECK, 2011, p. 89).

Isto posto, devemos compreender o que vem a ser os riscos, bem como suas variações, já que geralmente são pontos ocultos. Adams (2009, p. 14) lembra que risco se refere ao futuro,

ou seja, ao *devoir*, “[...] que só existe em nossa imaginação”, ele ainda acrescenta os vários tipos de riscos. O risco objetivo é do domínio dos especialistas e o risco percebido é o que a sociedade acredita, visto que todos os riscos são percebidos. Dessa forma, há diferenciação entre riscos e incertezas, com limites muito incertos. Nesse sentido, para Veyret (2015, p. 29) os riscos dentro de sua condição de incerteza são sempre indissociáveis da política. Assim como os *sistemas de ações* e os *sistemas de objetos* são indissociáveis entre eles, o risco e a política apresentam as mesmas características.

Tanto Adams (2009) como Veyret (2015) estão cientes que risco zero é utopia, tornando necessário realizar o seu gerenciamento. Logo, para que a ação humana opte por uma visão ética de longo prazo, favorável a sobrevivência, essas forças ocultas precisam ser claras, no qual a ciência pode ser uma luz acessa na escuridão. A *ordem técnica*, a *ordem da forma jurídica*, bem como a *ordem do simbólico* são condicionadas à busca dessa compreensão, para que ocorra a transformação, mudança e/ou recusa, em que o elemento surpresa deve ser minimizado. Portanto, considerando que existem diversos padrões de incerteza dentro de qualquer processo econômico se deve valer das racionalidades plurais, conceito que “[...] trouxe um pouco de ordem ao que, sem ajuda desses conceitos, parecia ser uma discussão de surdos” (ADAMS, 2009, p. 15).

Outra forma de classificar os riscos pode ser visualizada na Figura 4.13.

Figura 4.13 - Aceitabilidade do risco e ampliação do risco.

Fonte: Adaptado de Adams (2009, p. 17).

Os primeiros elementos que serão trabalhados são os *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, além de considerar as questões relativas à matéria e energia. Ambas se encontram no topo do modelo, por influenciar toda estrutura do espaço e tempo na perspectiva planetária. Um conceito apresentado, mas ainda não explorados são os *efeitos colaterais latentes*, que conforme Beck (2011) refere-se à diferença entre o poder econômico e a modernidade reflexiva. Giddens (1991), ao se referir a reflexividade da modernidade, compreende que é a reflexão definidora da ação humana, e isso modifica o espaço e o tempo. Nesse sentido, com o advento da modernidade, a reflexibilidade é “[...] introduzida na própria base da reprodução do sistema, de forma que o pensamento e a ação estão constantemente refratados entre si” (GIDDENS, 1991, p. 39).

A legitimação dos *efeitos colateral latente* proposto por Beck (2011, p. 41) refere-se aos riscos que são rejeitados, de acordo com o princípio “[...] *in dubio pró-progresso*, e isto quer dizer: na dúvida, deixa estar”. Esse princípio, que diverge sobremaneira do princípio da precaução, “[...] equivale assim a uma espécie de licença, a um destino natural civilizatório, que

simultaneamente reconhece, distribui seletivamente e justifica efeitos a serem evitados” (BECK, 2011, p.42).

Percebemos, no entanto, que essa base de pensamento constitui-se a base hegemônica que justifica ações com base no progresso, algo que deve ser sempre questionado. Há uma dicotomia clara entre estes dois princípios, dúvida pró-progresso e precaução, essa dicotomia é capaz de modificar totalmente as estruturas econômicas. A primeira vai ao encontro com o *efeito derrame* e a segunda com o *efeito transbordamento*, ou seja, se a opção política for pelo princípio da precaução, esta tende a considerar o *dever*, considerando os *passivos ambientais e do sofrimento social*.

Observamos que hoje, devido à expansão produtiva e a sua incessante busca pela redução de custos fez com que se entre em uma sociedade de consumo, inclusive conspícuo, elevando a qualidade de vida das pessoas, criando inclusive uma burguesia operária. Todavia, existem efeitos colaterais latentes a esse processo, pois esse aumento do bem-estar reproduz na outra ponta uma deterioração do ambiente natural, que afeta a sociedade como todo, além de atingir determinados grupos que pouco ganham dentro desse sistema. A questão gira em torno das riquezas, que são socialmente desiguais e supostamente legítimas. Logo, torna-se um novo paradigma da *sociedade de risco*, eles devem ser “[...] isolados e redistribuídos de modo tal que não comprometam o processo de modernização e nem as fronteiras do que é (ecológica, medicinal, psicológica ou socialmente) aceitável” (BECK, 2011, p. 24).

Isto posto, a modernização torna-se reflexiva, pois converte a si mesmo em tema e problema. Giddens (1991) percebe a descontinuação da modernidade, que advém do ritmo de mudanças, do escopo da mudança e da natureza intrínseca das instituições modernas, perpassa pela segurança versus o perigo como elementos centrais. Contudo, devido ao desenvolvimento das instituições sociais houve oportunidades inimagináveis a qualquer período pré-moderno, “mas a modernidade tem também um lado sombrio, que se tornou muito aparente no século atual”, indo ao encontro com o exposto até o momento, rumo a uma sociedade pós-moderna (GIDDENS, 1991, p. 13).

Para Beck (2011, p.60), é a da inóxia que se cria a sociedade da escassez, do qual as ações são determinadas por essa lógica, dado o *mundo cheio* que a sociedade se encontra. Acrescenta que com a promessa da libertação da pobreza, tanto o pensamento como as investigações se esbarram na “[...] desigualdade social, abarcando, na verdade, desse a sociedade de classes, passando pela sociedade estratificada, até a sociedade individualizada” (BECK, 2011, p. 60).

Desse modo, para Beck (2011, p. 60), “o sonho da sociedade de classe é: todos querem e devem compartilhar o bolo. A meta para a *sociedade de risco* é: todos devem ser poupados do veneno”. Ao considerar a sociedade individualizada, os *sistemas de objetos* condicionam a forma dos *sistemas de ações*, transformando o espaço e o tempo, pois as ações têm artificialidades. Ao se pensar nas matérias e energias desse processo, Santos (2017, p. 132) reforça que “os recursos do mundo constituem, juntos, uma totalidade”. Por consequência, a partir da matéria e energia os seres humanos modificam para si o seu entorno, devido a sua ação transformadora “[...] criando outra constelação de dados, outra totalidade” (SANTOS, 2017, p. 132).

Assim, a matéria e energia que são absorvidos e convertidos dentro do processo produtivo apresentam entropia dentro da expansão econômica. Devemos lembrar que tanto a matéria como a energia apresentam dois estágios principais, no qual o primeiro é o de baixa entropia e o segundo de alta entropia, sendo em muitos casos recursos limitados. Santos (2013) adiciona que ao se pensar nos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* o primeiro está cada vez mais artificializado e o segundo caminha a fins estranhos, dado o poder hegemônico.

Essas questões são claramente percebidas dentro do setor mineral, afinal, além de consumir elevada energia dentro do seu processo produtivo, sua matéria, ou seja, o minério são recursos escassos e no geral, não renováveis. Os *sistemas de ações* criam objetos que auxiliam o processo produtivo, pois é por meio do agir humano que torna se possível a exploração para fins econômicos do ambiente natural. As barragens são os objetos mais visíveis dentro desse processo, sendo que apresentam riscos obscuros para a sociedade. É importante lembrar que os riscos são indissociáveis a política e que os *sistemas de ações* estão atrelados a essa questão. Esse é o momento em que os *sistemas de ações* caminham para fins estranhos, pois a força do poder econômico se sobressai e, os agentes públicos tornam se dependentes, até mesmo clientes dessas forças, aceitando os riscos e desconsiderando as vulnerabilidades. Consequentemente, os riscos e vulnerabilidades se tornam objetos geográficos devido a sua modificação no espaço e no tempo.

Veyret (2015, p. 180) endossa essa concepção, pois, “o risco é, certamente, um objeto geográfico”. Em vista disso, dentro do modelo proposto (Figura 3.16), o risco está presente de forma oculta, ou não, em todos os *elementos espaciais* (instituições, ambiente natural, sociedade, infraestrutura e firmas), nos pilares da economia ecológica (distribuição justa, escala sustentável e alocação eficiente), em todas as *estruturas espaciais* (produção, circulação, distribuição e consumo), interagindo com todos os limites (do Estado, dos recursos e dos

direitos humanos), e formas de capital (natural, cultural, cultivado e manufaturado). A ação humana, que desconsidera o risco, estará invariavelmente afetando a sobrevivência da espécie, visto que as ordens (*técnicas, jurídicas e do simbólico*) são ferramentas para condicionar tanto os *sistemas de objetos* (naturais e fabricados) como os *sistemas de ações* (deliberados e não deliberados). Essa é uma forma que torna possível compreender o metabolismo sócio ecológico e a *capacidade de suporte* dos ecossistemas que considere também as *rugosidades espaciais* dentro de um sistema (*estrutura, processo, função e forma*).

Retornando para o risco como um objeto geográfico, Veyret (2015, p. 180) apresenta que essa relação funciona em dois sentidos. O primeiro sentido se refere à *empresa-sujeito ao território-objeto*, que privilegia a estratégia das empresas. O território é o seu meio ambiente, que oferecem recursos (materiais e energéticos) para o seu sistema de produção. Seus efeitos, conforme a autora, são relacionados aos “[...] impactos econômicos e financeiros (benefícios), de empregos (benefícios ou pressões conforme a conjuntura), de danos, poluições ou riscos (ameaças)” (VEYRET, 2015, p. 180).

Sendo assim, ao se pensar nos riscos, os objetivos das empresas giram em mitigar seus efeitos, mas nunca a eliminá-los, pois tornaria o negócio inviável. As barragens de retenção de rejeitos é um excelente exemplo, afinal, existem métodos mais eficientes de construção, mas o método menos custoso em muitos casos foram o adotado.

A segunda relação apresentada por Veyret (2015, p. 180) apresenta o *território-sujeito à indústria-objeto*, sendo uma relação que privilegia as estratégias da sociedade. A autora considera que nesse sentido, a medição passa a ser relacionada “[...] em termos de informação, de imagem, de representações, de aceitação ou rejeição da indústria, mas também da organização do território” (VEYRET, 2015, p 180).

Verifica-se claramente que ambos estão contidos nos *sistemas de ações e sistemas de objetos*, mas no segundo sentido as forças ocultas se tornam transparentes, ou buscam ser menos obscuras, pois sempre haverá pontos cegos.

Nesse modelo, a preocupação é que o território possa ser o ator da gestão dos riscos, aumentando inclusive a eficácia do sistema produtivo. Dentro do modelo proposto as firmas estão alocadas em um lugar de destaque, mas isso não implica a adoção da primeira relação. Ao contrário, sua posição se encontra nesse quadrante por ser uma força elevada dentro dos *sistemas de objetos e sistemas de ações*, além de serem as maiores responsáveis pela gestão das matérias e energias do planeta, além dos riscos que impõem a sociedade. Desse modo, ao se

integrar o meio ambiente com as estratégias das firmas, considerando o território, torna o debate mais qualificado, que deve se valer dos pilares da economia ecológica para a sua sustentação.

Quando se considera a arquitetura social e a dinâmica das políticas e suas relações com os riscos Beck (2011) apresenta cinco teses que serão expostas, adicionando uma análise com os pilares da economia ecológica. A primeira tese refere-se ao *estágio avançado das forças produtivas*, que

[...] desencadeiam danos sistematicamente definidos, por vezes irreversíveis, que permanecem no mais das vezes fundamentalmente invisíveis, baseiam-se em interpretações causais, apresentam-se, portanto, tão somente no conhecimento (científico e anticientífico) que se tenha deles, podem ser alterados, diminuídos ou aumentados, dramatizados ou minimizados no âmbito do conhecimento e estão assim, em certa medida, abertos a processos sociais de definição. Dessa forma, instrumentos e posições da definição dos riscos tornam-se posições-chave em termos sociopolíticos (BECK, 2011, p. 27)

Essa é a tese que, a nosso ver, devemos utilizar da *alocação eficiente* por estar diretamente atrelada à *capacidade de suporte*. No modelo proposto, a *alocação eficiente* tem duas conexões centrais, sendo uma com o ambiente natural e a outra com os limites dos direitos humanos. Encontramos, nesse ponto, os julgamentos morais, que implicam, inclusive na distribuição e na escala. Alocar recursos em projetos com alto risco atende apenas aos interesses que advém do objetivo atual de perpetuação do crescimento econômico. Seus danos são muitas vezes irreversíveis e/ou invisíveis, assim, é necessário definir os riscos a fim de realizar análises sociopolíticas.

Para Beck (2011, p. 54), as disputas giram em torno da satisfação conspícua, elas “contrapõem-se a fome e fartura, poder e impotência”. Reforça na sequência que “a miséria não exige qualquer medida de autoafirmação. Ela existe. Sua imediatez e obviedade correspondem à evidência material da riqueza e do poder”. Isto posto, a *alocação eficiente* torna-se importante para as políticas públicas, pois são essas que podem modificar a atuação das firmas, e consequentemente alterar a ação humana por um olhar pautado no *dever*. Sabe-se que dentro da *alocação eficiente* existe uma diferenciação entre os valores de mercado e os valores não mercantis, visto que o primeiro é precificado com facilidade, considerando os custos de produção, e o segundo com alta complexidade de precificação, como é o exemplo dos passivos ambientais, os passivos do sofrimento social e o próprio ambiente natural.

Para Daly e Farley (2016, p. 588) a questão referente ao fluxo de informação assimétrica, no qual “já faz um tempo que os economistas sabem que a informação assimétrica é uma falha de mercado, que provoca graves ineficiências”. Torna-se importante uma

redefinição da eficiência, considerando os *throughput* (fluxo entrópico) e os *recursos de fundo de serviços e fluxo de estoque*. Na visão dos autores há um risco ainda maior ao se pensar na *alocação eficiente*, sendo que:

Nós, indiscutivelmente, encaramos um problema muito mais sério relacionado ao dos fluxos de informação assimétrica que forma nossas preferências. Enquanto muitos economistas defendem que as preferências são inatas, as empresas estão apostando uma quantia estimada em \$652 bilhões de dólares por ano em como as preferências são fortemente influenciadas pela publicidade. A publicidade custa dinheiro e só se pode pagar a si mesma porque anuncia bens de mercado. A maioria das palavras que ouvimos hoje são discursos diretos de vendas de mercadorias e os programas patrocinados por eles. Em contraste gritante com a publicidade de mercadorias, muito pouco dinheiro é gasto para convencer as pessoas a preferirem bens não comercializáveis. Na medida em que a publicidade altera as preferências, o faz sistematicamente a favor de produtos de mercado e não dos não comercializáveis (DALY; FARLEY, 2016, p. 589).

A título de exemplo, uma forma interessante que Yunus (2010) apresenta para tornar o sistema produtivo mais eficiente que ao considerar os diversos problemas da sociedade, está pautado nos negócios sociais. Sua proposta consiste na questão da pobreza e a criação de negócios economicamente viáveis para solucionar esse problema. Para o autor, a maioria das pessoas são impacientes por natureza, “mas por questões práticas, às vezes é melhor reduzir um problema a um tamanho administrável, em vez de tentar consertar tudo de uma vez” (YUNUS, 2010, p. 106).

Um dos seus projetos que vai ao encontro com a questão da assimetria de informação, que deriva da *alocação eficiente*, e tem relação com os custos em publicidade, é a parceria entre o banco Grameen e a Danone, criando uma *join venture* com o nome de Grameen Danone Foods Ltd., que tem como lema a nutrição para todos. O autor compreende que 30% da população e 56% das crianças com menos de 5 anos sofrem de desnutrição em seu país – Bangladesh. Essa tragédia humanitária torna-se um obstáculo para o desenvolvimento humano e até mesmo econômico. Uma das suas soluções para trabalhar com o problema foi criar um iogurte enriquecido com vitaminas e minerais, pautadas em quatro objetivos: oferecer um produto de valor nutricional elevado; criar empregos, proteger o meio ambiente e ser economicamente viável. Uma forma para conseguir atender as pessoas mais necessitadas consistiu na criação de um produto que tivesse o menor custo possível, essas estratégias consistem em anular completamente os custos de publicidade do produto. O objetivo é que o preço desse produto seja tão baixo que até os mais pobres pudessem adquirir. As embalagens, hoje, são 100% biodegradáveis, mas uma das metas consiste em torná-la comestível, afinal, os mais pobres não se podem dar o luxo de pagar pela embalagem. Ressalta-se que a linha produtiva é de baixa

tecnologia, tornando a empresa intensiva em mão de obra, que consiste em pessoas do próprio território trabalhando nas operações.

A segunda tese que o Beck (2011) apresenta refere-se às *situações sociais de ameaça* que estão diretamente relacionadas a dimensões que abrange as desigualdades dentro de uma lógica distributiva. Beck reforça que os riscos da modernidade cedo ou tarde acabam alcançando aqueles que os produziram, ou que lucraram com eles, contendo um efeito bumerangue. O efeito bumerangue foi proposto por William Stanley Jevons (1835-1882) ao analisar o problema do carvão, Jevons observa ser um engano acreditar que o uso mais eficiente implicaria numa redução do consumo. Isso se dá pelo estímulo que uma energia mais eficiente implica ao crescimento econômico, visto que as pessoas e indústrias tendem a consumir mais recursos e não o contrário.

Nesse sentido, Beck (2011) destacou que nem os ricos e poderosos estão seguros desse efeito, pois constituem ameaças à saúde, à legitimidade, à propriedade e até ao lucro. Ressalta que existe um elevado desnível internacional, visto que os países menos desenvolvidos são os que mais sofrem as consequências. Cria-se, portanto, trocas economicamente e ecologicamente desiguais no espaço e no tempo, sendo necessários acordos internacionais para mitigar estes efeitos. Ao final, até mesmo os países mais ricos são reféns dos efeitos colaterais latentes, mediante o efeito bumerangue, pois, apesar das transferências dos riscos a países mais pobres, no fim, retornam a essas nações por meio de produtos alimentícios baratos, abarrotados de agrotóxicos, apenas para citar um exemplo.

O pilar da economia ecológica que pode auxiliar nas situações sociais de ameaça refere-se à *distribuição justa* que está diretamente ligada aos limites do Estado no modelo proposto. Um Estado-Nação sozinho é incapaz de resolver os problemas das trocas economicamente e ecologicamente desiguais, necessitando de acordos internacionais. Por dentro dessa ótica, as instituições do Estado necessitam compreender os *throughput* (fluxo entrópico) relativos aos limites dos recursos, de modo a balancear toda a *estrutura, processo, função e forma*. É por esse caminho que se chega ao *efeito transbordamento*, afinal, é obrigação de o Estado compreender as situações de ameaça e criar mecanismos de defesa que benéficos, para todas as classes, de ricos a pobres, incluindo as futuras gerações.

Daly e Farley (2016) reforçam a importância não apenas da distribuição da renda e riqueza no tempo atual, sendo necessário pensar nas riquezas de forma intertemporal. Os autores destacaram duas abordagens alternativas referentes à distribuição, sendo: a abordagem normativa da economia ecológica e a abordagem positiva da economia neoclássica.

A primeira abordagem é baseada em juízos éticos buscando uma justiça entre as gerações, pois não há argumentos plausíveis para que uma geração consuma mais recursos naturais que as demais gerações. Logo, a tratativa entre os recursos não renováveis e renováveis precisam ser tratadas de forma diferente. “Uma distribuição igual de recursos finitos e não renováveis por um número virtualmente infinito de gerações futuras implica o não-uso de recursos por qualquer geração”, entretanto, afirmam Daly e Farley (2016, p. 406), “[...] não faz sentido deixar os recursos permanentemente enterrados, sem nunca servirem para ninguém”, mas torna-se necessário utilizar estes recursos dentro de certos limites. Já os recursos renováveis, “[...] como os fluxos de armazenagem, têm também de ser utilizados em um nível sustentável”, sendo importante manter estes recursos longe dos limiares de uma catástrofe ecológica (DALY; FARLEY, 2016, p. 406).

Vale a pena lembrar que, como os recursos renováveis são finitos, a sua exaustão é uma perda definitiva para as gerações futuras. Os recursos renováveis, tanto como os fluxos de armazenagem e como serviços de suporte, produzem um fluxo finito ao longo de muitas gerações futuras e a sua perda irreversível impõe assim um custo perpétuo para o futuro (DALY; FARLEY, 2016, p. 407).

A abordagem positiva da economia neoclássica defende uma regra objetiva de tomada de decisões baseada na alocação entre as gerações. Com base no mercado, é possível valorar os recursos não mercantis em um futuro considerando os preços relativos do presente tornando possível resolver o problema de alocação. Basicamente consideram o desconto entre tempos diferentes, dentro de uma Taxa de Preferência Temporal Pura (TPTP), do custo de oportunidade, o desconto intertemporal e o Valor Presente Líquido (VPL) são métodos para se resolver essas questões. A diferenciação dessa abordagem é que torna se menos individualista caminhando para uma noção integral de sociedade. Dessa forma, “em relação aos indivíduos que as compõem, a sociedades são imortais e as incertezas são deixadas de lado”, visto que as taxas de desconto social devem ser mais baixas que as individuais (DALY; FARLEY, 2016, p. 409).

Destarte, para que as situações de ameaça sejam minimizadas, ao se valer desse pilar, não apenas a riqueza e a renda são distribuídas de forma justa para as presentes e futuras gerações. Distribuir renda e riqueza desconsiderando os riscos inerentes aos processos não torna se justa. O efeito bumerangue afeta a todos e as trocas economicamente e ecologicamente desiguais são indissociáveis dentro da lógica distributiva de políticas nacionais e internacionais. Quando se pensa na *distribuição justa* das riquezas não se deve considerar apenas pelo lado financeiro, pois as questões culturais e ecológicas são tão importantes quanto à

econômica. Além disso, os riscos não deveriam atingir tão intensamente os mais vulneráveis, já que dentro da sociedade pós-moderna não há possibilidades de riscos nulos. Toda atividade econômica constitui invariavelmente de riscos, no entanto, deve-se inventariar todas as situações de ameaça. Compreender os efeitos colaterais latentes do processo econômico e criar mecanismos de mitigação. Essa é uma das formas que torna a distribuição das riquezas mais equilibradas, caminhando para um desenvolvimento sustentável.

A terceira e quarta tese apresentadas por Beck (2011) refere-se à *expansão e a mercantilização dos riscos*, e a *possessão das riquezas*. Com relação à primeira o autor compreende que os riscos rompem a lógica capitalista de desenvolvimento criando um novo ciclo devido à modernização das *big business*. Essa questão vai ao encontro com a mania pelo crescimento (*growthmania*) e a busca incessante dos economistas convencionais a esse modelo predatório. Para Georgescu-Roegen (2012), o desenvolvimento econômico, pautado na abundância industrial necessita ser benéfico não apenas para as presentes gerações. Além disso, o autor destaca que dentro do paradoxo do desenvolvimento econômico aqueles que podem pagar, pagam por um privilégio único que consiste em ultrapassar a *capacidade de suporte* biológico. Adiciona que “uma vez que tudo existe apenas em quantidades finitas, nenhum artifício de classificação pode eliminar esta finitude” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 98).

O ciclo, além de desconsiderar questões biológicas e físicas que estão associadas a expansão comercial, existe a mercantilização dos riscos que desconsideram diversos riscos já que o seu serviço buscará atender as demandas daqueles que podem pagar. Beck (2011, p. 28) destacou que “a fome pode ser saciada, necessidades podem ser satisfeitas, mas os riscos civilizatórios são um barril de necessidades sem fundo, interminável, infinito, auto produzível”. Dessa forma, a economia torna-se “autorreferencial”, ou seja, um sistema completo, que molda todos os demais sistemas, até mesmo o biofísico. A consequência de tal ato torna a economia canibal do ambiente natural, pois “a sociedade industrial produz as situações de ameaça e o potencial político da sociedade de risco” (BECK, 2011, p. 28).

A posseção de riqueza entra no contexto da interação entre aqueles que tem a riqueza e os afetados dentro dos *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*. Os riscos, dentro da concepção pós-moderna, correspondem às externalidades negativas que não são apenas a determinados grupos e indivíduos, mas sim, uma ameaça em escala planetária. Ela é expandida para toda a civilização numa espiral que mais cedo ou mais tarde irá afetar a todos, ou seja, até aqueles que possuem riqueza. É importante destacar que a distribuição de risco não é equânime, elas são compartilhadas desigualmente no espaço, criando os mais diversos conflitos nos territórios.

Nesse sentido, as categorias centrais da ecologia são de suma importância para buscar reduzir tais externalidades, por um olhar que contemple a *abundância* e *distribuição* do planeta e suas relações com as *estruturas espaciais* da produção, circulação, consumo e distribuição. A abundância e a distribuição interagem com vários espaços, sendo que seu discurso é construído da relação entre os estudos científicos e interações cotidiana das populações.

O desafio consiste em evitar o que Odum e Barrett (2015, p. 466) apresentam como *armadilha social*. Essa armadilha está pautada na posse de riqueza que busca ganhos de curto prazo, sendo que no longo prazo torna a situação prejudicial e dispendiosa. Essa proposta consiste na analogia de que um animal é atraído por uma armadilha que tem uma isca sedutora. Com isso, o animal cai na armadilha, com a esperança de uma alimentação fácil, todavia, ele percebe logo depois que é difícil de sair, ou é até mesmo impossível. Esse exemplo pode ser aplicado a humanidade, pois, ela pode incorporar, inclusive a tragédia dos comuns nessa análise. Os autores apresentam o jogo de pôquer como um exemplo ilustrativo:

Um estoque de fichas de pôquer é definido e cada jogador tem a opção de retirar de uma a três fichas. O estoque de fichas é renovado após cada rodada na proporção do número de fichas remanescentes. Se os jogadores pensarem apenas em relação a seus ganhos imediatos em curto prazo e retirarem o máximo de três fichas, o recurso renovável do estoque comum de fichas vai se tornar menor e, em última instância, o estoque de recursos acaba. A retirada de apenas uma ficha a cada rodada sustenta os recursos renováveis (ODUM; BARRETT, 2015, p.466).

A última tese apresentada por Beck (2011, p. 28) relativa à arquitetura social e a dinâmica política estão relacionadas aos *riscos socialmente conhecidos*. O autor exemplifica com o problema do desmatamento e como o “[...] que até há pouco era tido por apolítico torna-se político – o combate às causas no próprio processo de industrialização”, criando um ingrediente político explosivo. Esse é o momento em que as esferas públicas começam a fazer parte na gestão das esferas privadas que pode resultar no *efeito derrame* ou *transbordamento*. Portanto:

Emerge assim na sociedade de risco, em pequenos e em grandes saltos – em alarmes de níveis intoleráveis de poluição, em caso de acidentes tóxicos etc. –, o potencial político das catástrofes. Sua prevenção e seu manejo podem acabar envolvendo uma reorganização do poder e da responsabilidade. A sociedade de risco é uma sociedade catastrófica. Nela, o estado de exceção ameaça converter-se em normalidade” (BECK, 2011, p. 28)

Destarte, devemos resgatar o pilar faltante da economia ecológica, a *escala sustentável*. Dentro do modelo proposto, a *escala sustentável* tem uma relação direta com todos os elementos espaciais, mas nos ateremos apenas às instituições e firmas. Importante destacar que “os

processos ecológicos variam no que diz respeito a seus efeitos ou a sua importância em diferentes escalas espaciais e temporais” (ODUM; BARRETT, 2015, p. 396).

O conceito escala deve incentivar análises em diferentes níveis de organização, sobretudo aquelas que englobam os riscos socialmente percebidos. Daly e Farley (2015) destacaram a importância da regulação direta do poder público às firmas e sociedade. Logo, a política torna-se uma peça fundamental para que se possa realizar análises pelo *devir*.

Usar os meios a serviço dos fins implica a existência de políticas. A economia, especialmente a economia ecológica, está irremediavelmente ligada à política, apesar dos níveis rarefeitos de abstração que às vezes alguns economistas atingem nos fazem pensar o contrário (DALY; FARLEY, 2015, p. 75)

Nessa perspectiva, ao elencar as cinco teses da arquitetura social e as dinâmicas políticas em relação a *sociedade de risco* de Beck (2011) com os pilares da economia ecológica, percebemos que tudo está conectado. Apesar de algumas teses apresentarem maiores características dentro de determinados pilares, ao final, a métrica consiste em compreender como as empresas se relacionam com o território. A arquitetura social da *sociedade de risco* pode se valer dos pilares da economia ecológica, para que ao final, a interpretação seja pautada no território-sujeito à empresa-objeto, e não na empresa-sujeito ao território-objeto. Neste sentido, compreendemos que tudo está indissociável a política, e também aos *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*, tornando necessário compreender essas relações (Figura 4.14).

Figura 4.14 - Arquitetura social, os pilares da economia ecológica e sua relação com o território e empresa com uma dinâmica política.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, o maior desafio da humanidade e o seu maior problema econômico será vivenciado por ela (meios políticos), ele refere-se às formas sábias de se utilizar o ambiente natural para que os fins possam favorecer a sobrevivência humana, incluindo também outras espécies. Daly e Farley (2015, p. 91) afirmam que “a honestidade requer enfrentar o mistério”, do qual se pode incluir os riscos visíveis como os obscuros. Nesse sentido, compreendem que o conhecimento futuro ainda não descoberto, deve respeitar a busca científica e filosófica para resolver os mistérios, “[...] inclusive o mistério inerente ao dualismo que defendemos como uma filosofia prática de trabalho” (DALY; FARLEY, 2015, p. 91).

A ação do Estado, ao se pensar nos riscos socialmente percebidos, deve atuar como um redutor de impacto (molas de absorção), pois de outra forma, a colisão que poderia ser evitada, torna se inevitável (tragédias). Não obstante, o espaço é modificado por processos de supressão e exclusão, que altera a ação do tempo e a rota de colisão, pois a cada sistema geográfico é sucedido por outro (SANTOS, 2013).

Por este motivo que no modelo proposto entra como método de análise a proposta referente à *estrutura, processo, função e forma*, que será analisado nesse momento pela tese da *sociedade de risco*.

Para Veyret (2015, p.16-18) “os políticos estão no coração do dispositivo [...]”, pois são estes atores que fornecem as respostas que a sociedade civil almeja, levando em consideração o conhecimento especializado. Esse é o primeiro aspecto que a autora destacou para lidar com

os riscos, criando uma conversão em risco. O segundo aspecto é trabalhado com os atores da sociedade civil, pois são estes que fazem “[...] desencadear alertas, denunciar os perigos para fazer nascer os debates públicos, fazer emergir os negócios” (VEYRET, 2015, p. 16).

Isto posto, é dentro desse quadrante que cria o objetivo de estabelecer responsabilidades. O último aspecto trabalhado pela autora refere-se “[...] aos jogos dos atores, à natureza e à amplitude de suas relações”, no qual com o apoio da mídia são criados ferramentais para que se trabalhe com os riscos (VEYRET, 2015, p. 17).

Essa intervenção dos atores da sociedade civil sobre os riscos (Figura 4.15), tem uma ligação direta com o modelo de estrutura, processo, função e forma, pois “gerir os riscos equivale, em muitos casos, a administrar conflitos e as posições antagônicas dos diferentes atores [...]” (VEYRET, 2015, p. 52).

Figura 4.15 - A intervenção dos atores da sociedade civil e sua relação com a estrutura, processo, função e forma.

Fonte: Adaptado de Veyret (2015, p. 18).

Ao se analisar a figura acima, percebemos uma representação que compreende o todo, ou seja, todos os atores que estão relacionados à *sociedade de risco*. Esse ponto está diretamente ligado à *estrutura*, pois se evita o risco que Santos (2014a) apresenta de se considerar apenas a estrutura econômica, dado que sua representação se restringe a um bloco e não integra a totalidade de atores, havendo uma necessidade inter-relação de todas as partes. Não se busca, portanto, reforçar o modelo hegemônico, visto que são os atores econômicos que produzem e

reproduzem as necessidades humanas. Os atores econômicos são apenas um subsistema de um sistema maior dentro da sociedade civil.

O *processo* está relacionado a conceitos de tempo (continuidade) e mudança, visto que após a concretização e materialização dos riscos, com grande contribuição da mídia, cria o elo entre os demais atores para implementação de novas políticas e estratégias. Este ponto converge diretamente com os *recursos de fundo de serviços* e *recursos de fluxo de estoque*, além dos diversos tipos de capital (natural, cultural, cultivado e manufaturado) que são afetados pelo risco.

Por fim, a *função* e a *forma*, são os elementos que estão ligadas as ações e materialização. Basicamente, é por meio da função e forma que torna se possível compreender os *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*, pois o primeiro trata das atividades desempenhada por cada ator, enquanto a segunda é o aspecto visível do trabalho, ou seja, o trabalho materializado.

Este é o motivo que se optou em alocar os *sistemas de ações* (deliberados e não deliberados) e os *sistemas de objetos* (naturais e fabricados) acima do modelo, pois da mesma forma que a matéria e a energia, são categorias de análise que estão incorporadas em todos os elementos. Quando se pensa em riscos, Beck (2011) destacou que são muito parecidos com a noção de riqueza, pois são distribuídos desigualmente no espaço geográfico. Giddens (1991, p. 34) acrescenta que “a inação é frequentemente arriscada, e há certos riscos que todos nós devemos enfrentar quer gostemos ou não [...]”. Para esse autor, dentro do mundo estruturado, os riscos criados pela humanidade têm pouca de influência divina, pois o risco apresenta diferentes vivências. Nesse sentido:

No caso das riquezas sociais, trata-se de bens de consumo, renda, oportunidades educacionais, propriedade etc., como bens escassos cobiçados. Em contraste, as ameaças são um subproduto modernizacional de uma abundância a ser evitada. Cabe ou erradicá-la ou então negá-la, reinterpretando-a. A lógica positiva da apropriação é assim confrontada por uma lógica negativa do afastamento pela distribuição, rejeição, negação e reinterpretação (BECK, 2011, p. 32).

Por esse ângulo, devemos resgatar a crítica de Beck (2011) relacionada à questão política do trabalho. Em sua análise uma empresa, estatal ou não, apresenta a cada dia uma estrutura de trabalho que vem sendo reduzida, mesmo com o aumento da produção. A mineração se encaixa bem nessa formulação, afinal, são intensivas de capital e demandam pouco trabalho. Logo, o desemprego vem sendo um problema crônico dentro da estrutura capitalista, pois pessoas sem perspectivas tendem a aceitar passivamente qualquer coisa.

Beck (2011, p. 211) destacou que na mineração do seu tempo, a produtividade girava entre 2,7 a 4,7% ao ano, chegando em 1983 ao montante de 10,8% no ano. Todavia, esse aumento não impactou na alavancagem dos empregos, pois ao final, houve até reduções de postos de trabalho. Tiezzi (1988) reforça que para um sistema que vise o *devir*, as organizações necessitam ser intensivas em mão de obra. Para o autor “o socialismo não é melhor que o capitalismo”, pois, faz se uso de instrumentos de “dominação do homem sobre a natureza levando inevitavelmente a uma dominação das técnicas sobre o homem” (TIEZZI, 1988, p. 200).

Conforme o Ministério do Trabalho (2018) em seu relatório do PDET/RAIS, a mineração empregava em 2017 aproximadamente 212,3 mil pessoas, sendo que há aproximadamente 80 milhões de pessoas economicamente ativas no país, que representa menos de 0,3% da totalidade de mão de obra disponível. Se a mineração é uma das principais forças econômicas, justifica empregar tão pouco? O relatório destacou que entre as rendas médias, o setor mineral apresenta uma remuneração média de R\$6.229,41, sendo assim, o setor com maior remuneração, entre os setores analisados, apesar desse valor ser questionável, por não apresentarem o método.

Diante dessa lógica, Beck (2011) se apresenta como cético no tocante que o aquecimento e reaquecimento econômico serão peças fundamentais para a redução do desemprego. A Tabela 4.12 apresenta uma breve síntese do mapa de empregos no Brasil, do período de 2011 a 2017. Devemos notar que diferente do discurso empregatício que a indústria extrativa propaga, é simplesmente a atividade econômica que menos emprega, criando o “mito do emprego marrom”, o que reforça ser intensiva em capital.

Tabela 4.12 - Vínculos empregatícios segundo setor econômico brasileiro entre 2011 a 2017.

Sector	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Variação	%
EXT MIN	231.389	259.297	261.383	257.606	240.488	221.331	212.337	-8.994	-4,1%
IND	8.113.805	8.148.328	8.292.739	8.171.022	7.566.900	7.148.013	7.105.206	-42.807	-0,6%
SIUP	412.741	423.277	444.674	450.098	447.385	429.435	425.427	-4.008	-0,9%
CONST	2.750.173	2.832.570	2.892.557	2.815.686	2.422.664	1.985.404	1.838.958	-146.446	-7,4%
COM	8.842.677	9.226.155	9.511.094	9.728.107	9.532.622	9.264.904	9.230.750	-34.154	-0,4%
SERV	15.372.455	16.167.385	16.726.013	17.313.495	17.151.312	16.708.852	16.772.645	63.793	0,4%
ADM PUB	9.103.601	8.937.443	9.340.409	9.355.833	9.198.875	8.826.040	9.195.215	369.175	4,2%
AGROP	1.483.790	1.464.257	1.479.564	1.479.663	1.500.561	1.476.219	1.501.052	24.833	1,7%
TOTAL	46.310.631	47.458.712	48.948.433	49.571.510	48.060.807	46.060.198	46.281.590	221.392	0,5%

Fonte: MTb/RAIS. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/rais>. Acesso: 20 de maio, 2019.

Coelho (2019, p. 154) destacou ainda que no projeto conhecido como S11D, no Complexo Carajás, foram declarados US\$20 bilhões em investimento, e “[...] criou apenas 2.600 empregos permanentes, expondo uma das características da atividade mineradora a céu aberto, que é não ser intensiva em trabalho”. Não se deve esquecer que:

Com demasiada frequência, o único benefício de uma mina para o país são os poucos empregos que gera, mas seu dano ambiental pode, ao mesmo tempo, destruir empregos em outros lugares (por exemplo, na pesca, que diminui em águas poluídas) e, em algum momento do futuro, impor enormes custos orçamentários quando o governo tiver de arcar com o saneamento (STIGLITZ, 2007, p. 43).

Deste modo, devemos resgatar duas ideias centrais da tese da *sociedade de risco*. A primeira tese proposta por Beck (2011, p. 71) diz respeito “a origem da crítica e do ceticismo em relação à ciência e à tecnologia encontram-se não na irracionalidade dos críticos, mas no fracasso da racionalidade científico tecnológico” quando, na sua frente tem se riscos e ameaças da civilização. Para o autor “esse fracasso não é mero passado, e sim um presente urgente e um futuro ameaçador” (BECK, 2011, p. 70).

Em vista disso, Beck (2011, p. 70) afirma que a ciência “[...] não estão em condições de reagir adequadamente aos riscos civilizacionais, de vez que tem destacado envolvimento em seu surgimento e expansão”. Consequentemente, torna-se fundamental a conscientização dos riscos, reconstruindo dentro de um processo racional, pautado no *dever*. O autor destacou também que há uma diferenciação entre a estipulação científica (racional) dos riscos e percepção (irracional), que turva a visão ao se pautar na crença do progresso.

Tiezzi (1988, p. 185) destacou também três mitos que devem ser reanalisados, tendo em vista, um novo modelo de desenvolvimento. O primeiro mito refere-se da interdependência das economias, pois as economias fortes destroem as fracas. O segundo mito consiste na falácia que não é possível se ter desenvolvimento sem crescimento. Por fim, o terceiro mito é refere-se à possibilidade de controlar as modernas tecnologias.

Destarte, a segunda tese que se pretende trabalhar do Beck (2011, p. 107), refere-se ao que ele afirma como “a libertação dos indivíduos sob as condições de um mercado de trabalho desenvolvido”. Assim, a sociedade é testemunha ocular da transformação social dentro da modernidade; as pessoas estão sendo libertadas das formas sociais da sociedade industrial. Assim, a classe, estrato, família e estatutos de gênero para homens e mulheres apresentam a alteração semelhante ao que ocorre na reforma protestante, sobretudo, quando “[...] haviam sido liberadas do domínio da Igreja para entrar na sociedade” (BECK, 2011, p. 108).

Desse modo, o recorte pretendido está relacionado com as estruturas e com os elementos espaciais abordados por Milton Santos, em que as sete teses do Ulrich Beck permeiam essas categorias (Figura 4.16).

Figura 4.16 - Transformação social sob as condições de um mercado de trabalho, os elementos e estruturas espaciais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira tese de Beck (2011) compreende o pós Segunda Guerra, os países ricos, industriais do ocidente tiveram como consumação, o Estado do Bem-Estar Social. Desse momento para cá houve um *impulso social individualizatório* com dinâmicas totalmente desconhecidas, principalmente quando se pensa nas questões relacionadas à desigualdade. O autor afirma “[...] sobre o pano de fundo de um padrão de vida material comparativamente alto e de uma seguridade social bastante avançada, as pessoas foram dissociadas”, e isso culminou na ruptura das condicionantes históricas tradicionais (BECK, 2011, p. 107).

Essa grande transformação, é, inclusive, tratada por Polanyi (2000, p. 301) ao afirmar que “a resignação sempre foi à fonte da força do homem e de suas esperanças renovadas. O homem aceitou a realidade da morte e construiu o sentido da sua vida física baseando-se nela”.

A economia de mercado, com todos os seus riscos, foi à escolha da humanidade, visto que tudo está centrado em suas condições e determinantes. Beck (2011) destacou que com essa escolha, o processo individualizatório se intensifica, ganhando força dentro da forma de trabalhador livre assalariado no capitalismo moderno. Isso cria a ilusão de libertação, pois com

“o ingresso no mercado de trabalho estão associadas sempre as novas libertações – em relação aos vínculos familiares, de vizinhança e profissional, assim como à vinculação a uma cultura e a uma paisagem regionais” (BECK, 2011, p. 108).

Polanyi (2000, p. 297) considera “o fim da economia de mercado pode se tornar o início de uma era de liberdade sem precedentes”, pois a liberdade não se dará por meios individualizados e como complemento de um determinado privilégio, mas sim, de uma sociedade que se permita ao mesmo tempo ser justa e livre.

A segunda tese de Beck refere-se à interpretação da *desigualdade social* como um sistema ambivalente. A desigualdade é um problema antigo “tanto para o teórico marxista das classes como para o investigador da estratificação, possivelmente nada de essencial se alterou. As distâncias na hierarquia de renda e as determinações fundamentais do trabalho assalariado continuam sendo as mesmas” (BECK, 2011, p. 108).

Nessa análise, Beck (2011, p. 109) percebe que as classes se desvanecem, e as pessoas se colocam “[...] no centro da criação e da execução de seus próprios planos de vida”, desconstruindo assim fundamentos centrais de classes, estratos ou estamentos (BECK, 2011, p. 108). “Defrontamo-nos cada vez mais – em termos marxistas – com o fenômeno (ainda incompreendido) de um capitalismo sem classes, mas com todas as estruturas e problemas de desigualdade social a ele ligadas”.

A *ausência de classes*, é nesse sentido, a terceira tese apresentada por Beck, ela se manifestada, principalmente, pelo desemprego em massa. Para o autor, enquanto a parcela de desempregados aumenta, o número dos excluídos do mercado de trabalho acompanha esse ritmo, pois, “ao mesmo tempo, crescem as zonas cinzentas entre o desemprego que se registra e o emprego de que não se toma notícia” (BECK, 2011, p. 109). Isso resulta em subempregos que cada vez mais se intensificam e ampliam as desigualdades dentro de um processo que o torna a em uma espécie de individualização reforçada.

Surge assim a quarta tese, mediante a libertação em relação às classes sociais acabam se sobrepondo com as *posições de gênero*. Para Beck (2011) esse movimento reflete diretamente no papel e na posição das mulheres na sociedade. Isto posto, “os dados mais recentes falam claramente: nem educação deficiente, nem origem social são o que leva as mulheres a cair na nova pobreza, mas sim o divórcio” (BECK, 2011, p. 110).

A espiral individualizatória alcança assim também o interior da família: mercado de trabalho, educação, mobilidade – tudo agora duplicado ou triplicado. A família tende a torna-se um malabarismo constante com desgastantes e ambições de multiplicação entre demandas profissionais, obrigações educacionais, cuidados com as crianças e a

monotonia do trabalho doméstico. Surge o modelo de ‘família negociada a longo prazo’, na qual posições individuais autonomizadas assumem, até nova ordem, um controverso acordo e metas para regular o intercâmbio emocional (BECK, 2011, p. 110).

Os *problemas de relacionamentos*, derivados desse intercâmbio emocional, é a quinta tese apresentada por Beck (2011, p. 110), ela considera “as contradições de uma modernidade partida ao meio no projeto da sociedade industrial, que desde sempre dividiu os indivisíveis princípios da modernidade”. Nesse ponto percebemos a sociedade industrial como uma dimensão estamental sem as correspondências das propostas tradicionais, mas sim de “[...] um produto e um fundamento da sua dimensão industrial” (BECK, 2011, p. 110).

Com esse movimento, a moralidade familiar é desconstituída, criando tabus dentro de uma lógica de reunificação. Isso cria um *surto individualizatório* como os ocorridos no renascimento e no início da industrialização, constituindo a sexta tese. Beck (2011, p. 110) destacou que “[...] no lugar dos estamentos, já não entram as classes sociais; no lugar das classes sociais, já não entra o quadro referencial estável da família; O indivíduo mesmo convertesse em unidade reprodutiva do social no mundo da vida”. Para o autor, a família perde representatividade, visto que os indivíduos se convertem em agentes garantidores do funcionamento do mercado, que não se pode confundir com um processo de emancipação bem-sucedido. Portanto, o indivíduo não é renovado durante esse processo, ele institucionaliza e se padroniza o estilo de vida pautado no consumo conspícuo, tornando-os dependentes do mercado e educação pautados na mercantilização da vida.

A última tese de Beck (2011) refere-se ao *processo de socialização contraditório* em sua formulação histórica, essa formulação deriva do surto individualizatório e serve de base para o impulso social nesse sentido. Essa contradição força movimentos sociais e iniciativas civis e resistência, principalmente quando se leva em consideração os riscos. Apesar da sua complexidade, o que torna difícil a sua compreensão “é “emergência e a percepção” dessa “contradição que leva “ao surgimento de novos terrenos comuns socioculturais” (BECK, 2011, p. 111).

Nesse sentido, os novos movimentos sociais (ambientalismo, pacifismo, feminismo) são, por um lado, a expressão das novas situações de ameaça na sociedade de risco e das contradições emergentes entre os sexos; por outro lado, suas formas de politização e suas instabilidades resultam de processos de formação social da identidade em mundos da vida destradicionalizados e individualizados (BECK, 2011, p. 111).

Como pode ser visualizado na Figura 4.14, existem por dentro das teses apresentadas por Beck, algumas estruturas e elementos espaciais, além disso, buscamos apresentar algumas ligações, mesmo cientes que tal análise se constitui apenas de uma proposição, uma simples releitura. Desse modo, considerando o *espaço da produção*, lembrando que se refere ao lugar.

Nesse sentido, o impulso social individualizatório, resultando no processo de civilização contraditório, cria desigualdades sociais, essas são características que vão da totalidade ao lugar. O lugar, ao se pensar na mineração, pode se expandir para a ideia de território. Isto posto, o *espaço da distribuição* pode provocar, mediante o Estado e suas instituições, dois efeitos opostos: o *efeito derrame* e o *efeito de transbordamento*.

Assim, percebemos que as desigualdades sociais podem ser ampliadas ou minimizadas, isso, a depender de como o Estado compreende a *sociedade de risco*. Portanto, o *surto individualizatório* provoca na sociedade, sobretudo mediante a destituição das famílias e por isso produz no *espaço da circulação* trocas do meio econômico, ecológico e social desiguais, que pode ser refletido na ideia do *passivo do sofrimento social*.

Não obstante, no espaço da circulação infraestrutura se constitui mediante a falsa sensação de abundância, isso se vale, sobretudo dos recursos do *ambiente natural*, com elevado desperdício de natureza.

Com isso, a uma *ausência de classe* modifica, inclusive as *posições de gênero* devido ao *espaço do consumo* se sobrepor a todas demais estruturas e elementos espaciais, afinal, é do consumo conspícuo que se gera os maiores passivos ao *dever*, em diferentes escalas. Isso cria *problemas de relacionamento* visto que os seres humanos terão como impulso se reafirmarem na sociedade, consumindo ainda mais recursos e funções dos ecossistemas. Esse problema inclusive reflete na *estrutura, processo, função e forma*, pois o Estado, bem como as firmas, impulsiona infraestruturas cada vez mais complexas, devido às pressões da própria sociedade capitalista. Portanto, dentro desse escopo, observamos que a *capacidade de suporte* é afetada pelo puro desconhecimento da *sociedade de risco*. Por fim, retorna-se à interpretação da *sociedade de risco* Beck (2011) esboça quatro teses relacionadas à política e subpolítica no sistema de modernização (Figura 4.17).

Figura 4.17 - Política e subpolíticas no sistema de modernização e seus limitadores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Beck (2011) começa sua análise pela relação entre *mudança social* e o *controle político* focado na sociedade industrial que molda os indivíduos. Essa relação apresenta como a possibilidade de alavancagem dentro dos direitos democráticos, mas em contrapartida, defende os interesses privados dentro da economia e do trabalho. Isso ocorre devido à diferença entre o sistema político-administrativo em relação com o técnico econômico, “[...] o poder e dominação podem ser exercidos somente com o consentimento dos governadores” (BECK, 2011, p. 276).

Com a elevação do padrão de vida, Beck (2011, p. 276) destaca que ocorrem efeitos negativos na sociedade, resultando em justificativas para a “[...] obsolescência, risco de redundância da força de trabalho, riscos de aplicação, riscos de utilização, ameaças à saúde, destruição da natureza)”. Logo, cria *efeitos colaterais latentes* em todas as estruturas e elementos espaciais, tendo um vínculo direto com os limites do Estado. Devemos ressaltar que todas as quatro teses apresentadas por Beck nesse momento estão diretamente ligadas ao Estado, pois este que pode criar um cenário de maldição ou dádiva na questão mineral. O progresso técnico ao se pensar na mineração caminha a passos largos, mas o progresso social não acompanha essa evolução. Portanto:

O progresso substitui o escrutínio. E mais: o progresso é um substituto para questionamentos, uma espécie de consentimento prévio em relação a metas e resultados que continuam sendo desconhecidos e inominados. Nesse sentido, o processo de renovação, imposto juntamente com a modernidade em oposição ao predomínio da tradição, é democraticamente cindido no projeto da sociedade industrial (BECK, 2011, p. 276).

Beck (2011, p. 277) afirma que as *fronteiras entre a política e não política* “[...] em meio ao permanente processo de inovação da modernidade sustentava-se – como é possível dizer hoje em retrospecto – no século XIX e na primeira metade do século XX”. Para tal, duas premissas são construídas, sendo: (a) na naturalidade com que se viam socialmente as desigualdades de classe social, e (b) no estágio do desenvolvimento das forças produtivas e da cientificização. O autor destacou que na primeira categoria se “[...] se deu sentido e impulso político à construção do Estado Social” e no segundo tem-se que as transformações “[...] nem ultrapassam o espectro das possibilidades de ação política e nem tampouco cancelam os fundamentos legitimatórios do modelo de progresso da transformação social” (BECK, 2011, p. 277).

Portanto, a estagnação política fica comprometida por conta de uma febre de transformação no sistema técnico econômico, que impõe à fantasia humana provas de coragem. A ficção científica torna-se cada vez mais uma lembrança de tempos passados. As palavras-chave são conhecidas e foram suficientemente expostas nesse livro: destruição contínua da natureza externa e interna, mudança sistêmica do trabalho, fragilização da ordem estamental de gênero, destradicionalização das classes e intensificação das desigualdades sociais, novas tecnologias que oscilam à beira da catástrofe (BECK, 2011, p. 278).

A terceira tese refere-se a uma *dissolução das fronteiras da política*, Beck (2011, p. 278) atribui ao “[...] empalidecimento do intervencionismo do Estado Social na esteira de seu sucesso e as ondas de grandes inovações tecnológicas com ameaças futuras até então desconhecidas”. Para o autor há um duplo sentido nesse contexto, visto que “[...] de um lado, direitos estabelecidos e assim percebidos reduzem as margens de manobra do sistema político” e do outro um “[...] desenvolvimento técnico econômico perde, em paralelo com o alcance de seus potenciais de mudança e ameaça, o caráter político” (BECK, 2011, p. 278).

Em outras palavras, no primeiro caso ocorrem manobras do sistema político, essas intervenções criam certo fracasso político, pois os indivíduos têm dificuldades para defender seus próprios interesses. Já no segundo caso, os debates e decisões do executivo perdem força, enquanto a atuação técnica e econômica se mantém imunizada, entre as categorias políticas e não políticas. Para o autor, a atuação empresarial adquire uma nova dimensão política e moral inexistente dentro da ação técnica e econômica. Logo, “se quiséssemos, poderíamos dizer que o demônio da economia tem de se aspergir com a água benta da moral pública e se coroar com um halo de solicitude para com a natureza e sociedade” (BECK, 2011, p. 279).

A quarta tese trata exatamente desse contexto, ao qual *o político torna-se apolítico e o apolítico, político*. Beck (2011, p. 279) destacou que o Estado interventor perde força e “[...] agora o potencial de configuração da sociedade migra do sistema político para o sistema

subpolítico da modernização científico, técnico e econômico”. Assim, consideramos, pautados no progresso, que visa basicamente o crescimento econômico, reconstruímos os paradoxos da política, pois as legitimações não democráticas garantem uma força ampliada no sistema. Contudo, logo, “as instituições políticas convertem-se em gerenciadoras de um processo que elas nem planejaram e nem definiram, mas pelo qual elas têm que responder” (BECK, 2011, p. 280).

Os *efeitos colaterais latentes* nascem e reproduzem nesse espaço que transborda em todos os limites (do Estado, dos Recursos e dos Direitos Humanos), com uma força irresponsável ao se pensar na *capacidade de suporte* e no metabolismo social, criando uma ilegitimidade democrática. Basicamente “a ditadura de ninguém (Hannah Arendt dos já não mais) imprevistos efeitos colaterais assume o poder no estágio avançado da democracia ocidental” (BECK, 2011, p. 280).

As quatro teses apresentadas estão diretamente ligadas aos limites do Estado, de recursos e dos Direitos Humanos, afinal, o fazer político está presente em todos os limites. Desse modo, optamos por adicionar como central os Limites do Estado, pois, mesmo considerando as análises mais marxianas, o Estado como sendo o provedor dos interesses da burguesia; assim, sabemos ser por meio do Estado, e tão somente dele, que se pode gerar um *efeito transbordamento*.

A inação do Estado resulta em perdas em todos os outros limites, afetando toda a estrutura exposta até o momento. Assim, a *sociedade de risco* representa uma categoria oculta dentro da *totalidade espacial*, essa sociedade carece de análises e interpretações, pautadas no *devoir*. Consideramos que, para a exposição da *sociedade de risco* à frente das decisões políticas, torna-se necessário uma revolução cultural. Tiezzi (1988, p. 199) destacou que “essa revolução será engendrada pela escassez dos recursos naturais e energéticos e seus protagonistas serão nossos filhos”.

Para tal, devemos inverter valores considerados como sendo intocáveis. Isto posto, devemos evitar que “o excedente econômico proveniente da exploração aconteça em detrimento da precedente economia local, o que pode estender desigualdades e empobrecer populações” (COELHO, 2019, p. 161).

4.5. GERENCIAMENTO DE RISCOS: DO CHÃO DE FÁBRICA AO MERCADO FINANCEIRO

Nesse momento buscamos entrar no último elemento espacial, até o presente momento, foi pouco explorado, as firmas, dentro do modelo proposto que representa uma força considerável para a ação humana. Logo, buscamos compreender seus objetivos estratégicos e operacionais, bem como o ciclo de vida e seu gerenciamento de riscos dentro da gestão de projetos torna-se fundamental para o avanço teórico dentro do modelo proposto. Isto posto, o objetivo deste subcapítulo consiste em apresentar como a gestão de riscos torna-se uma ferramenta do planejamento estratégico das firmas, que vai do chão de fábrica ao mercado financeiro. Será utilizado o guia de gerenciamento de projetos, proposto pelo *Project Management Institute* (PMI), conhecido como Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK). Esse guia sintetiza as melhores práticas, não visando soluções universais, e sim, orientações que se aplicadas, tendem a funcionar. Em seguida, compreendemos dentro de uma abordagem contemporânea da administração, as principais ferramentas de gerenciamento de risco, acrescentando alguns pontos da ISO 31000 e o gerenciamento de crises, pelo prisma do chão de fábrica. Por fim, será apresentado a visão da gestão de risco pela ótica do mercado financeiro, finalizando o escopo destinado a esse subcapítulo.

É importante destacar que todo projeto tem estágios de planejamento e de controle. Projetos são processos iterativos, que ao perceber problemas ou necessitar de mudanças, são replanejados. O projeto deve ser compreendido como “um conjunto de atividades que tem um ponto inicial definido e um estado final definido, que persegue uma meta definida e que usa um conjunto definido de recursos” (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2013, p. 511).

Basicamente, o modelo de gerenciamento de projetos tem cinco estágios centrais (Figura 4.18 e a Figura 4.19), o primeiro corresponde à compreensão do ambiente do projeto, bem como os fatores internos e externos, isso, primeiramente passa pela definição do projeto, que estabelece escopo, estratégias e objetivos. Posteriormente, segue para o planejamento do projeto, com ele temos a decisão sobre a execução técnica que visa o desempenho do projeto, finalizando com o controle do projeto, como garantia da aplicabilidade segura do planejamento (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2013).

Figura 4.18 - Modelo de gerenciamento de projetos I.

Fonte: Adaptado Slack, Chambers e Johnston (2013, p. 485).

Figura 4.19 - Modelo de gerenciamento de projetos II.

Fonte: Adaptado Norma UNE 81905, 1997.

Por esse motivo o presente trabalho considera a indústria extrativa mineral um projeto, pois devido seu produto final ser um recurso natural não renovável, torna-se claro que há um ciclo de vida em todos os seus estágios, da prospecção ao fechamento da mina. Devemos entender que um projeto é um esforço temporário, com início e fim (escopo) bem definidos. Dentro do projeto existem diversas operações que apresentam características rotineiras e repetitivas, entretanto, o projeto são atividades temporárias e exclusivas (não repetitivas). O temporário, leva em conta que, apesar de possíveis mudanças tecnológicas, o nível de extração de uma jazida tende a um limite não econômico, forçando o encerramento do projeto. Todo projeto mineral, dentro do seu plano executivo, terá uma previsão de esgotamento, em outras palavras, existe um limitador de tempo para a sua operação. Vale ressaltar, temporário, não significa necessariamente de curta duração, mas sim, deve ser compreendido pela sua longevidade. O resultado exclusivo se dá pela rigidez locacional e também aos impactos sociais, ambientais e econômicos em determinados territórios. O produto final, no entanto, são as commodities, no entanto, a depender do local, elas apresentam características que podem ser enquadradas na renda da terra ricardiana. Nesse sentido, todo projeto mineral é único e exclusivo, impactando territórios de forma permanente. (PMBOK, 2013).

Destarte, isso ocorre devido o projeto mineral apresentar um *ciclo de vida*, com diversas fases, que vai do início ao término. Para cada fase do ciclo de vida pode ser desmembrada em objetivos funcionais ou parciais, variando conforme diversos fatores. Todo ciclo de vida tem três limitadores centrais que são o tempo, dinheiro e pessoal, no qual se valendo de metodologias robustas, as firmas podem otimizar ambos com abordagens previsíveis ou direcionadas, e também abordagens adaptativas ou acionadas. No ciclo de vida previsível, o produto e as entregas estudadas no início do projeto e as mudanças são cuidadosamente gerenciados. Já no ciclo de vida adaptativo, o produto é desenvolvido por meio de múltiplas e amplas interações que captam as oscilações do mercado (PMBOK, 2013).

No caso da mineração, o ciclo de vida é mais previsível, pois, trata-se de uma atividade intensiva em capital, essa atividade oferece por sua vez produtos de baixo valor agregado (*commodities* minerais). Ainda, devemos ressaltar que o ciclo de vida do projeto independe do ciclo de vida do produto produzido. Basicamente o ciclo de vida segue quatro grandes estágios, sendo: início, organização e preparação, execução e encerramento. Estes estágios são atrelados às restrições referentes aos custos e pessoal e também ao tempo. Vejamos na Figura 4.20.

Figura 4.20 - Níveis típicos de custo e pessoal em toda a estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto.

Fonte: PMBOK (2013, p. 39).

A partir dessas noções Sánchez (2001) inicia seu estudo apresentando que dentro da engenharia as escolas ensinam projetar, construir, instalar e criar obras e objetos que satisfaçam as necessidades humanas, em outras palavras, as escolas de engenharia são em essência os principais usuários dos métodos do ciclo de vida de projetos. Observamos que algumas dessas obras e objetos se tornam *rugosidades espaciais*, nas quais as minas antigas podem se tornar atrações turísticas, edifícios industriais antigos virarem centros culturais e até residências burguesas podem se transformar em hotéis ou bancos. Entretanto, Sánchez (2001, p. 15) destacou que os exemplos acima são exceções e não regras, pois “[...] a maior parte dos velhos objetos vai parar no lixo, os velhos edifícios são demolidos, as instalações desfeitas e o entulho também são jogados fora”. Isso decorre pela forma como é pensado o encerramento do ciclo de vida do projeto que desconsidera a perpetuação destes no espaço e no tempo.

O ciclo de vida, nada mais é que uma série de fases, da iniciação ao seu término do projeto. Todo projeto varia em tamanho e complexidade, sendo necessário realizar um mapeamento de todas as etapas do ciclo de vida. Cada etapa apresenta relações que podem ser sequenciais ou sobrepostas. Os riscos e incertezas estão em todas as fases de quaisquer projetos, tendo uma relação direta entre o grau do impacto e o tempo do projeto. As boas práticas de gestão de projetos consideram que os riscos e incertezas vão sendo reduzidos ao longo do tempo, enquanto os custos com possíveis mudanças são adicionados, conforme demonstrado na Figura 4.21 (PMBOK, 2015).

Figura 4.21 - Impacto das variáveis com base no tempo decorrido do projeto.

Fonte: PMBOK (2015, p. 39).

Todavia, os projetos minerais não apresentam essa tendência, afinal, o grau de risco e incerteza não são reduzidos com o passar do tempo. Podemos até considerar que os riscos e incertezas financeiros são de fato minimizados, dado ao maior controle dos processos produtivos, entretanto, não se pode realizar essa afirmação quando se pensa na *sociedade de risco*. Dentro da *sociedade de risco* existem diversas estratégias que podem ampliar ou mitigar eventuais danos às populações e ao ambiente natural. Entramos na complexidade da noção estratégia, conforme Mintzberg, et al. (2000) existem algumas concordâncias sobre a natureza da estratégia. Conforme os autores, a estratégia diz respeito tanto à organização quanto ao ambiente, ou seja, a organização usa a estratégia para lidar com as mudanças nos ambientes.

Dessa forma, a essência da estratégia é complexa, pois não há padrões, sendo “[...] não estruturada, não programada, não rotineira e não repetitiva” (MINTZBERG, et al., 2000, p. 21). Além disso, a estratégia afeta o bem-estar geral da organização e também da sociedade, envolvendo as questões tanto de conteúdo como de processo. Ainda a estratégia não é puramente deliberada, pois “[...] as estratégias pretendidas, emergentes e realizadas podem diferir entre si” (MINTZBERG, et al., 2000, p. 21).

Por fim, as estratégias existem em diversos níveis diferentes e envolvem vários processos de pensamento. Contudo, as estratégias aplicadas à produção e as operações bem como os processos são elementos chave para se compreender o ciclo de vida, mesmo diante dessa diversidade.

Nesse sentido, Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 61) afirmam “a estratégia de produção diz respeito ao padrão de decisões e ações estratégicas que define o papel, os objetivos e as atividades de produção”. Há, portanto, uma interação entre o processo, pois “[...] qualquer

atividade ou grupo de atividades que toma um ou mais insumo (*inputs*), transforma-os e fornece um ou mais resultados (*outputs*) a seus clientes”, com as estratégias de produção (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009, p. 2).

Seguindo essa linha, ao se adicionar técnicas e estratégias apropriadas, as firmas conseguem criar processos que geram vantagem competitiva e comparativa em relação ao mercado. Por isso, “um processo pode ter seu próprio conjunto de objetivos, envolver um fluxo de trabalho que cruze fronteiras departamentais e necessitar de recursos de vários departamentos” (KRAJEWSKI, RITZMAN, MALHOTRA, 2009, p. 2).

Indo além das fronteiras da firma, muitos dos processos presentes no ciclo de vida dos projetos se reproduzem dentro da *sociedade de risco*, objetivos ilegítimos, com fluxos de trabalho extenuantes ou subempregos, cruzando fronteiras que extrapolam a *capacidade de suporte*, dado o desperdício de natureza e sugando as energias sociais, por meio de passivos do sofrimento social.

Sánchez (2001, p. 17) destacou que este conceito, ciclo de vida, é relativamente novo, “[...] mas pelo menos dois setores o têm usado há mais de uma década, a mineração e a disposição de resíduos sólidos. A mineração foi o primeiro setor industrial para o qual se começou a discutir a questão da desativação das instalações”. O motivo é bem simples, afinal, como lidam com recursos limitados e apresentam grande impacto social e ambiental, torna-se indispensável que considere todo o seu ciclo de vida, isso vai muito além do término da exploração da jazida. Para esse autor, o assunto vem ganhando força pelo mundo, pois há cada vez mais exigências para que as firmas elaborem planos de fechamento mina.

No entanto, pouquíssimas minas foram fechadas segundo algum plano preestabelecido, as medidas de fechamento ainda são confundidas com ações de recuperação de áreas degradadas, a experiência adquirida ainda é pouco compartilhada com os profissionais do setor e os avanços no conhecimento ainda carecem de sistematização. Os manuais de engenharia de minas publicados há vinte anos sequer mencionavam a desativação ou o fechamento como etapas do período de vida de uma mina. Nos cursos de engenharia de minas, só muito recentemente o tema começou a ser mencionado, mas ainda de forma muito tímida (SÁNCHEZ, 2013, p. 21).

Essas exigências ocorrem com maior intensidade devido aos riscos das atividades minerais. O questionamento que fica é: como as firmas gerenciam seus riscos? Existem diversas modelagens de gestão de riscos, mas por opção didática o presente estudo continuará utilizando a proposta de gerenciamento de projetos. O PMBOK (2013, p. 309) afirma que “o gerenciamento de risco do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto”. Os eventos ao se pensar em

projetos devem ser entendidos como uma ocorrência discreta, em um tempo futuro, que poderia afetar o projeto para melhor (oportunidade) ou para pior (ameaça). Logo, o principal objetivo consiste em aumentar a probabilidade e impacto dos eventos que reproduzem riscos positivos e reduzir a probabilidade e impacto dos eventos riscos negativos, conforme uma matriz (Figura 4.22).

Figura 4.22 - Matriz de probabilidade e impacto do gerenciamento de riscos.

Matriz de probabilidade e impacto										
Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muito baixo	0,10/ Baixo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/ Muito alto	0,80/ Muito alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Baixo	0,05/ Muito baixo

Impacto (escala numérica) em um objetivo (por exemplo, custo, tempo, escopo ou qualidade)
 Cada risco é avaliado de acordo com a sua probabilidade de ocorrência e o impacto em um objetivo se ele realmente ocorrer. Os limites de tolerância da organização para riscos baixos, moderados ou altos são mostrados na matriz e determinam se o risco é alto, moderado ou baixo para aquele objetivo.

Fonte: PMBOK (2013, p. 331).

Percebemos assim uma descontextualização dos processos de decisão, visto que a depender do *sistema de ações* o valor de ameaça tende a ser desconsiderado, devido ao *in dubio* pró progresso. Mesmo a probabilidade de alguns eventos (riscos) serem muito baixas, no caso de a ameaça ser muito elevado, o projeto deve ser desconsiderado. Não faz sentido, por maior que seja a segurança tecnológica, a sociedade aceitar projetos de elevada ameaça a sociedade e ao ambiente natural. Essa tomada de decisão nunca é racional e nem precisa, por melhor que seja o método e ferramenta, pois ao se pensar na sociedade de risco, existem os mais diversos tensionamentos entre os agentes, dentro de relações de poder desigual. Fica nítido, dentro do escopo apresentado, que os atingidos são desconsiderados, ignorando em absoluto diversas populações e pessoas.

Toda a estrutura do PMBOK considera as etapas e estágios do projeto, apresentando as principais entradas, ferramentas, técnicas e saídas. Existem diversos tipos de riscos, como os riscos econômicos, ambientais, contratuais, políticos, operacionais e gerenciais, para cada risco,

existem ferramentas e técnicas amplamente aceitas. O gerenciamento de riscos é algo muito sério, em seis etapas, sendo tratado pela norma NBR ISO 10006:200 e PMBOK (2013).

- 1) Planejamento da gerência de risco, que busca norteadores para tomadas de decisões e como serão planejadas as atividades do gerenciamento de risco do projeto;
- 2) Identificação dos riscos, onde busca identificar todos os riscos, positivos ou negativos do projeto. Nessa etapa ocorre a descrição detalhada dos riscos, como as causas e consequências da ocorrência do evento;
- 3) A análise qualitativa dos riscos procura dimensionar os riscos por categorias, de muito alto a muito baixo. Busca, portanto, criar processos que aplicados a uma matriz de ranking de riscos possa criar respostas para determinados eventos;
- 4) A análise quantitativa dos riscos cria uma investigação das probabilidades e impactos dos riscos em termos monetários, através de procedimentos estatísticos;
- 5) O planejamento de respostas aos riscos decide como as organizações responderão cada evento. Nesse momento que se planeja ações, considerando os custos, para avaliar se o projeto é ou não viável financeiramente;
- 6) Controle dos riscos, que busca acompanhar o que foi planejado com o que está ocorrendo na execução.

As principais estratégias utilizadas pelo PMBOK (2013) para os riscos negativos são a prevenção, transferência, mitigação e aceitação. A *prevenção de riscos* é uma estratégia em que a equipe do projeto age eliminando a ameaça ou protegendo o projeto contra um determinado impacto. Sua busca consiste na eliminação total de um determinado evento, para que o projeto transcorra na mais absoluta normalidade. A estratégia mais radical de prevenção é suspender por completo o projeto.

A *transferência de riscos* é uma resposta em que uma equipe transfere a probabilidade e impacto para terceiros. Basicamente, consiste em transferir toda a responsabilidade de um determinado risco, bem como o seu gerenciamento, a outro agente, sem eliminá-lo. Um bom exemplo de transferência de riscos, são os seguros ambientais e financeiros.

Já a *mitigação de riscos* ocorre quando a equipe reconhece o risco e age para reduzir a probabilidade de ocorrência, ou o impacto do risco. Ela consiste na redução da probabilidade e impacto dentro de certos limites toleráveis. Um exemplo são os equipamentos de proteção individual (EPIs) que ao usá-los, em caso de acidente, o impacto é reduzido.

Por fim, a *aceitação do risco* é quando a equipe reconhece o risco, mas opta por não agir. Geralmente essa estratégia é adotada quando não é possível ou econômico tratar um

determinado risco. Ela pode divergir em aceitação passiva, sobretudo quando observamos que não há nada a fazer, e a aceitação ativa, no caso de ocorrência, busca uma solução.

Continuando esse olhar por meio da firma, o objetivo agora consiste em buscar entender como os riscos afetam do chão de fábrica ao mercado financeiro. Apresentamos de forma resumida algumas estratégias, técnicas, ferramentas e categorias que englobem um olhar pautado na compreensão dos negócios dentro de uma abordagem contemporânea para as empresas. Uma adequada gestão de risco proporciona às empresas, independente do porte, a proteção dos seus ativos e patrimônios. Kaercher e da Luz (2017, p. 2) apresentam três definições importantes para a gerência de riscos:

- 1) Dano máximo potencial (DMP) – dano que irá acontecer com o sistema de proteção existente em condições normais de serviço;
- 2) Perda máxima possível (PMP) – Perda em um caso de falha dos serviços internos e externos de proteção de falhas; e
- 3) Perda normal esperada (PNE) – Evento que usualmente envolve partes menores ou secundárias do objeto e que são reparadas ou substituídas com relativa facilidade.

De posse dessas informações, devemos analisar alguns métodos e ferramentas que são usualmente aplicados ao chão de fábrica, como: *What if*, APR, FMEA, FMECA, HAZOP, HAZID, AQS, SIL, TIC, FTA que podem ser melhor compreendidas conforme a Tabela 4.13. Além dessas técnicas e ferramentas buscará apresentar alguns elementos da ISO 31000 e o gerenciamento de crises pensados pela ótica da gestão da produção.

Tabela 4.13 - Técnicas de análise de riscos.

Qualitativa		Quantitativa	
Indutiva	Dedutiva	Indutiva	Dedutiva
FMEA	APR	AQR	FTA
FMECA		SIL	
HAZOP		TIC	
HAZID			
WHAT IF			

Fonte: Adaptado CALIXTO (2006, p. 6).

Conforme o IBRAM (2019, p. 26), os métodos para identificação e análise de riscos mais utilizados para barragens e estruturas de rejeitos, dos quais se busca maior atenção dentro do trabalho, são:

- FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos;
- FMECA – Análise dos Modos de Falha, Efeito e Criticidade;

- HAZOP – Estudo de Perigos e Operabilidade;
- BOW-TIE ANALYSIS – Avaliação de Riscos e Controles (Diagrama Gravata Borboleta);

- ETA – Análise por Árvore de Eventos;
- FTA – Árvore de Falhas; e
- Métodos probabilísticos.

O *What if* é uma evolução do *check list*, ferramenta de qualidade utilizada no controle de processo, porém com um adicional, pois compreende uma ação realizada, visto que a ideia central consiste em realizar questionamentos (E se...?) sobre uma ação operacional. É um método muito simples e “[...] possibilita a primeira avaliação das situações e dos riscos, assim como de inadequações de tecnologia que serão aprofundadas nas fases seguintes dos projetos” (KAERCHER; DA LUZ, 2017, p.37).

Junto da análise preliminar de riscos (APR), ou de uma análise dos perigos que determinada atividade possa causar em diversos sistemas e subsistemas, isso se transforma em ferramenta simples e poderosa para a criação de ações corretivas e preventivas.

O FMEA cria uma análise de modos de falhas, sendo uma técnica de análise de risco qualitativa e indutiva. Isto se dá por quantificar os riscos e definir os efeitos indesejados a partir dos equipamentos. Conforme Calixto (2006, p. 7) o “FMEA tem a vantagem de relacionar a falha do equipamento específico com outros equipamentos e sistema”, possibilitando uma prevenção mais específica. De acordo com Kaercher e da Luz (2017, p. 55) os principais objetivos são:

- Revisar sistematicamente os modos de falha de um componente, de modo a garantir menor dano ao sistema;
- Determinar os efeitos que possíveis falhas acarretarão outros componentes do sistema;
- Identificar os componentes onde as falhas causariam efeito crítico na operação do sistema (falhas de efeitos críticos);
- Calcular a probabilidade de falha de montagem de subsistemas e sistemas, considerando probabilidades individuais de falha em seus componentes; e
- Determinar formas de reduzir as probabilidades de falha dos componentes, das montagens e dos subsistemas, com a utilização de componentes de confiabilidade alta e/ou de redundância do projeto.

Para Kaercher e da Luz (2017, p. 58), esse modelo é muito eficiente quando é aplicado a sistemas mais simples ou falhas singelas. Dado a algumas inadequações “[...] levaram ao desenvolvimento de outros métodos como a Análise de Árvore de Falhas (AAF), que a completa excelentemente”. Para Calixto (2006, p.8), outra variação importante deste método, é o FMECA: “[...] conhecida como análise de modos, falhas e criticidade que quantifica os modos

de falha dos equipamentos pela probabilidade de falhas, severidades e criticidade da falha no sistema”.

O HAZOP, conforme Calixto (2006) é uma técnica estruturada em palavras guias, desvios, causas, consequências e recomendações, no qual a técnica requer experiência e conhecimento da equipe. Esse método foi desenvolvido inicialmente por engenheiros dos anos de 1970, da empresa inglesa ICI Chemicals, verificando as causas e as consequências de cada desvio dentro do processo produtivo. Kaercher e da Luz (2017, p. 59) reforçam que “na prática, as análises são feitas em dias seguidos e em um período de trabalho diário com alguns intervalos definidos para não atrasar o andamento do projeto e facilitar os trabalhos na reunião de profissionais de diferentes áreas e locais”. Nesse sentido, sua principal vantagem reside no fato de ser uma metodologia rígida que obriga a avaliação de todo o processo, compreende todos os nós (gargalos) da operação. Conforme os Kaercher e da Luz (2017, p. 59), as principais funções do HAZOP são:

- Identificar problemas de segurança e eventuais perigoso que possam surgir, colocando em risco os equipamentos da instalação;
- Averiguar problemas de operabilidade que, mesmo não sendo considerados perigosos, podem causar perda de produção e comprometer a qualidade do produto e/ou a eficiência do processo;
- Identificar problemas de segurança da instalação, perda de continuidade operacional da instalação e perda de especificação do produto.

Souza (2010) considera que o HAZOP é um procedimento indutivo qualitativo, pois examina um processo criando perguntas sistemáticas sobre o mesmo. Portanto, Souza (2010, p. 101), compreende que “esta técnica de identificação de perigos consiste, fundamentalmente, em uma busca estruturada das causas de possíveis desvios em variáveis de processos,” feita por meio de uma lista sistemática verificando cada subsistema a ser analisado (nó/gargalo).

A *bow-tie analysis* (BTA) é uma técnica utilizada em diversas áreas, sendo uma evolução e alternativa gráfica em relação a metodologias de riscos, como o HAZOP e o *What if*. O evento estudado é posicionado no centro do diagrama, do lado esquerdo constam os perigos e ameaças (árvore de falhas – causas) e no direito à escalada e consequência (árvore de eventos – consequências) e por este motivo é conhecida como diagrama de borboleta. Calil (2009, p. 92) destacou que esse método é “[...] uma evolução dos diagramas causa-consequência dos anos 70 e dos diagramas de barreiras dos anos 80”. Sua estrutura pode ser mais bem compreendida conforme a Figura 4.23.

Fonte: CALIL (2009, p. 93).

A análise por árvore de eventos (ETA) é um método indutivo “[...] pois, parte de falhas iniciais buscando identificar as possíveis implicações nos estágios mais avançados do processo” (SOUZA, 2010, p. 14). Esse método foi desenvolvido nos anos 70 para verificar os riscos dos projetos nucleares, afirma Calil (2009). A análise de árvore de falhas (FTA/AAF) é um método dedutivo “que elabora um modelo partindo de um evento (evento topo) e, posteriormente, identificando as causas necessárias para a sua ocorrência” (CALIL, 2009, p. 86). Esta ferramenta pode ser executada em etapas, como: definição do sistema, construção da árvore de falhas, avaliação qualitativa e avaliação quantitativa.

Para os métodos probabilísticos serão apresentadas três ferramentas, sendo: a análise quantitativa de riscos (AQR); avaliação do nível de integridade e segurança (SIL); e por último, a técnica de incidentes críticos (TIC). A AQR busca como objetivo estimar os danos gerados de um acidente por meio de cálculos baseados em diversos tipos de cenários. Nesse sentido, é vital a avaliação das áreas e efeitos ocasionados por acidentes catastróficos ao ambiente natural, aos trabalhadores e à sociedade. O SIL é conhecido como gestão de segurança de processos, um padrão OHSAS⁵⁶, pois o objetivo é detectar probabilidades de falha na demanda de uma dada função, que variam de integridade e segurança, criando uma classe de criticidade de malhas. Já o TIC é um esforço atual da gestão de riscos baseada em uma avaliação pós (fato) das causas produtoras de acidentes. Serve para identificar fatores causadores de riscos que envolvem tanto acidentes sem perdas, como com perdas (KAERCHER; DA LUZ, 2017; CALIXTO, 2009; SOUZA, 2010).

⁵⁶ A *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) ou Série de Avaliação de Segurança e Saúde Ocupacional são orientações para um Sistema de Gestão e Certificação da Segurança e Saúde Ocupacionais, buscando realizar uma organização dos perigos e riscos do trabalho aos trabalhadores.

Outros dois pontos importantes para se compreender as questões operacionais e estratégicas das organizações são a ABNT NBR ISO 31000 e a gestão de crises. A ISO 31000 apresenta princípios e diretrizes buscando uma ordenação que atinja um determinado grau de ordenação e otimização de dados relacionados aos riscos dos empreendimentos. Devemos ressaltar que este processo se assemelha muito com os processos da gestão de riscos do PMBOK e OHSAS 18001. Basicamente a sua estrutura é dividida em cinco grandes grupos, tendo técnicas e ferramentas em cada um deles, em um modelo retroalimentada (Figura 4.24; Figura 4.25). O presente trabalho não busca adentrar cada um dos tópicos, apenas apresenta-los, pois são peças chave para se compreender os riscos no chão de fábrica. O escopo da ISO 31000 consiste em:

- 1) Criar valor para os processos da organização;
- 2) Ser parte integrante de quaisquer processos da organização;
- 3) Integrar os processos decisórios;
- 4) Responder às incertezas explicitadas;
- 5) Ser estruturada e sistematizada (retroalimentada);
- 6) Buscar as melhores informações disponíveis no momento;
- 7) Ser customizada e balanceada com relação ao custo-benefício;
- 8) Considerar o fator humano, valorizando a *expertise*, o conhecimento, a experiência e a abordagem lógico-intuitiva em contraste à mera aplicação de tecnologia;
- 9) Zelar pela transparência e inclusão das partes interessadas;
- 10) Ser dinâmica, interativa e responder às mudanças;
- 11) Promover a melhoria contínua em seus processos organizacionais.

Figura 4.24 - A estrutura do gerenciamento de risco.

Fonte: adaptado ABNT ISO 31000:2018.

Figura 4.25 - Etapas do processo de gestão de riscos.

Fonte: ABNT ISO 31000:2018.

O *gerenciamento de crises* é algo que as organizações começam a dar maior importância e relevância, principalmente quando o assunto são barragens de rejeito de mineração. Silveira (2010) destacou que as organizações enfrentam crises de caráter econômico ou político, ou até mesmo de ordem administrativa interna ou externa. A crise deve ser entendida como um

acontecimento que se relaciona a falhas, criando situações de desgaste e acarretando ameaça a imagem da organizacional gerando perdas financeiras.

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 596), ao entrar nessa questão, afirmam “uma forma evidente de aprimorar o desempenho de operações é prevenir falhas. Falhas são raramente desprovidas de importância, mas algumas operações são cruciais que os processos não falhem”.

Teixeira (2011) acrescentando a proposta da *sociedade de risco*, acreditando que dentro da sociedade da informação, as crises são potencializadas, pois, eventos que poderiam ser ocultados, se tornam transparentes, pois as pessoas estão sempre conectadas. A internet, nesse sentido torna se um espaço de amplificação e repercussão de crises⁵⁷. Isto posto, ao se pensar na *sociedade de riscos*, o impacto da comunicação “[...] pode ser benéfica quando bem utilizada ou ser maléfica a ponto de destruir uma empresa” (TEIXEIRA, 2011, p. 10).

O objetivo da gestão de crises de acordo com Kaercher e da Luz (2017) é transformar eventos negativos em oportunidades, no qual torna se necessário o gestor compreender a origem e nível, para que possa se posicionar criticamente de modo a analisar, comunicar e gerenciar a crise de sua empresa. As principais categorias abordadas pelos autores sobre o assunto são as crises do mundo físico (naturais, tecnológicas e causadas pelo homem), a do clima humano e das falhas administrativas ou fracasso gerencial. Skinyashiki, et al. (2007, p. 152) constroem um modelo com 10 categorias para a gestão de crises, sendo:

- 1) Prevenção de crises – apesar de muitas crises serem imprevisíveis, é importante planejar e formalizar ações para preveni-las;
- 2) Planejamento de procedimentos de contingências – criação de mecanismos e procedimentos que busque criar alternativas viáveis para amenizar os riscos;
- 3) Atenção direcionada aos stakeholders – toda crise é sobretudo, humana, onde o maior erro uma organização é ignorar as pessoas na gestão de crises;
- 4) Comprometimento da direção – nenhuma crise pode ser resolvida sem o apoio da alta direção, devido terem efeitos sistêmicos influenciado o quadro estratégico;
- 5) Comunicação – se a crise afetar a reputação da empresa, aconselha-se a formação de uma equipe profissional específica para planejar e desenvolver estratégias de comunicação que forneça informações confiáveis ao público;
- 6) Estímulos da liderança – os líderes são fundamentais para prover o apoio emocional, confiança e oferecer novas direções à empresa.
- 7) Manutenção dos valores organizacionais – em momento de crise não pode haver desculpas para a organização se desviar dos valores que a orientam, sendo necessário, versatilidade nos processos de decisão, agindo com transparência, honestidade e respeito;
- 8) Criatividade – Quando a situação é de crise, devemos incentivar o surgimento de ideias novas, criativas, rápidas e acuradas, tanto na identificação das causas dos problemas como na produção de alternativas viáveis e efetivas para sua superação;

⁵⁷A autora, Teixeira (2011), em tom de alerta, diz, os gestores de comunicação organizacional necessitam ficar atentos para sites e blogs que representam ameaças.

- 9) Rapidez nas ações – a primeira hora (*Golden hour*) após a notificação do evento é crucial para o êxito de um gerenciamento eficaz. Agir de maneira desordenada na primeira hora costuma definir o fracasso dos esforços empreendidos nos momentos seguintes;
- 10) Cuidados pós-crise – reforça a importância de cuidar das consequências da crise, bem como de manter uma atuação no controle dos prejuízos e na reconstrução.

Riscos e crises são ocorrências que tendem a ocorrer com as estruturas de barragens, o que reforça a importância de avaliar as boas práticas de gestão. O Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) desenvolveu, em 2019, um guia de boas práticas de gerenciamento. Esse guia busca destacar alguns pontos relacionados aos riscos e crises que são aplicados a essas estruturas. Os pilares fundamentais da gestão dessas estruturas consideram que tudo deve começar com as melhores tecnologias disponíveis (BAT – *best available technology*⁵⁸) com o objetivo de minimizar os riscos. Logo após, devemos considerar o emprego das melhores práticas aplicáveis (BAP – *best applicable practices*⁵⁹), devendo ser considerado todo o ciclo de vida (do planejamento e projeto ao pós-encerramento). O terceiro pilar, os planos de ação de emergência (PAEBM⁶⁰), identifica as situações de emergência, com isso, cria alternativas para mitiga-las ou eliminá-las (IBRAM, 2019). Desse modo, podemos visualizar estes três pilares na Figura 4.26 e seus princípios na Figura 4.27.

Figura 4.26 - Pilares fundamentais para a segurança de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.

⁵⁸ Melhor tecnologia disponível (BAT) é a combinação específica, para um determinado local, de tecnologias e técnicas economicamente alcançáveis e que reduzem com maior eficácia os riscos físicos, geoquímicos, ambientais, sociais, financeiros e à reputação associada à gestão de rejeitos para um nível aceitável durante todas as fases do ciclo de vida, e que apoiam a operação de mina de forma ambientalmente e economicamente viável (MAC, 2017).

⁵⁹ Melhores práticas aplicáveis/disponíveis (BAP) englobam sistemas de gestão, procedimentos operacionais, técnicas e metodologias que, por meio de experiência e da aplicação demonstrada, provaram serem capazes de gerenciar o risco de forma confiável e de atingir os objetivos de desempenho de maneira tecnicamente sólida e economicamente eficiente. As BAP são uma filosofia operacional que abraça a melhoria contínua e a excelência operacional, elas devem ser aplicadas consistentemente por toda a vida útil de uma instalação, incluído o período de pós-fechamento (MAC, 2017).

⁶⁰ O plano de ação de emergência deve ser um documento técnico e de fácil entendimento, elaborado pelo empreendedor, no qual estão identificadas as situações de emergência em potencial da barragem, são estabelecidas as ações a serem executadas nesses casos e definidos os agentes a serem notificados, com o objetivo de minimizar o risco de perdas de vidas humanas no caso de acidentes com as estruturas de disposição de rejeitos (IBRAM, 2019).

Fonte: IBRAM (2019, p. 20).

Figura 4.27 - Princípios centrais dos pilares para segurança de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.

Fonte: Adaptado de IBRAM (2019).

O guia elaborado pelo IBRAM (2019) apresenta diversas diretrizes, além de boas práticas para o planejamento, implementação, operação, monitoramento, manutenção e encerramento das estruturas de disposição de barragens, apesar de nos questionarmos sobre a independência do revisor. De forma bastante resumida, apresentamos alguns dos elementos chave para cada um dos pontos, exceto a questão do encerramento, que terá um tratamento em

outro momento no trabalho. Quando se pensa nas diretrizes para um sistema de gestão de barragens, o Guia é a base elaborada pela ISO 14001, valendo-se do PDCA (Planejar, Fazer, Verificar e Agir).

Um ponto que vale a pena destacar para a presente pesquisa são os papéis e responsabilidades, que são resumidas na Figura 4.28. A fase do planejamento do projeto avalia as alternativas, pois o projeto passa da fase conceitual para a executiva. É importante destacar que todas as estruturas de disposição de rejeitos devem atender as normas brasileiras da ABNT NBR 13028/2017 (Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservatório de água), e da ABNT NBR 13029/2017 (Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilhas). Além dessas normas técnicas, os rejeitos devem ser classificados conforme as normas da ABNT NBR 10004, 10005, 10006, 10007 de classificação de resíduos sólidos, visto que na ausência de normativas nacionais, existem vários outros procedimentos internacionais para essa finalidade (IBRAM, 2019).

Na fase do planejamento já é possível vislumbrar alguns sistemas de monitoramento e controle, conforme a Figura 4.29. Para a implementação das estruturas, o Guia reforça a necessidade de atuação de um engenheiro de registros (EdR), considerado uma boa prática por manter o histórico da barragem. Finalmente, as boas práticas de operação, monitoramento e manutenção das estruturas pode ser resumido na Figura 4.30, que apresenta cada processo dentro do projeto de forma integrada, adiciona no gerenciamento de riscos (IBRAM, 2019). Um exemplo prático, aplicado ao objeto de estudo, apresenta as estratégias de notificação do plano de ação de emergência para cada nível percebido, como ação da gestão de risco (Figura 4.31).

Figura 4.28 - Reporte de informações sobre a gestão de estruturas de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.

Fonte: Adaptado de IBRAM (2019, p. 36).

Figura 4.29 - Monitoramento de estruturas de disposição de rejeitos.

Fonte: Adaptado de IBRAM (2019, p. 36).

Figura 4.30 - Integração dos processos de Operação, Monitoramento, Manutenção e Gestão de Riscos na fase de Operação.

Fonte: Adaptado de IBRAM (2019, p. 83).

Figura 4.31 - Fluxograma de notificação do plano de ação emergencial.

Fonte: BVP Engenharia (2018, p. 22)

Por fim, para fechar este subcapítulo, compreendermos os riscos para o mercado financeiro. Basicamente o mercado financeiro classifica em cinco grandes grupos os riscos dos empreendimentos, sendo: riscos financeiros, riscos de mercado, riscos de liquidez, risco

operacional e risco de reputação e *compliance*. Será apresentado de caráter introdutório à noção de cada um desses riscos, pois são elementos integrantes das firmas, influenciando todos os *elementos espaciais*. Logo, torna-se essencial sua compreensão para que a *totalidade espacial* possa ser minimamente atingida.

Bernstein (1997) percebe que a noção de risco é inerente à atividade humana e, durante vários séculos, o pensamento dominante considerava como um mero destino e capricho dos deuses, sendo assim, inútil qualquer tentativa de modificação. Tempos depois a humanidade passou a modificar o futuro, escolhendo o caminho a ser seguido e os riscos a serem escolhidos, no qual o pensamento começou a dar maior atenção ao gerenciamento de riscos. Contudo, a *sociedade de risco* é indissociável aos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações*, ligando toda a sociedade nos tempos atuais para o antropoceno.

Os *riscos financeiros* são relacionados a possíveis perdas nos mercados financeiros que podem derivar do mercado, de crédito, de liquidez, operacionais e legais. Os riscos associados ao mercado financeiro são associados aos riscos de transações, que podem ser de crédito e de mercado (preço, cambial e/ou juros), riscos de liquidez e riscos operacionais (operacional, tecnológico e/ou legal). Estes riscos têm como origem a mudanças não antecipadas por agentes dos fatores, variando na origem (comercial ou financeira) ou natureza (cambial, taxa de juros, preço do produto). Os riscos financeiros estão diretamente relacionados com a rentabilidade que são derivam dos riscos administrativos (Figura 4.32). A definição de risco financeiro é algo complexo, envolve diversos fatores devido às grandes transformações e novos instrumentos que modificam suas estruturas com o tempo. Nesse sentido, as firmas compreendem os riscos financeiros para minimizar os impactos negativos que estas operações resultam. Devemos acrescentar, as tipologias de riscos financeiros, as mais comuns são: risco de crédito, risco de mercado (risco de câmbio e/ou de taxa de juros), risco país (risco soberano e/ou de transferência), risco de base, risco de descasamento, risco de entrega, risco de contrapartida, risco de contratação, risco de reinvestimento, risco de sistema, risco total de um ativo (risco sistemático e/ou específico) e risco de liquidez (OLIVEIRA; PINHEIRO, 2018).

Figura 4.32 - Relação entre risco e rentabilidade.

Fonte: adaptado de Oliveira e Pinheiro (2018, p. 41).

Destarte, os *riscos de mercado* são riscos pertinentes aos riscos financeiros, todavia, com uma abordagem que cria inter-relações entre as economias mundiais, afetando indicadores macroeconômicos, produtivos e de mercado. Guerras cambiais e políticas de juros são questões centrais para os riscos de mercado, pois influencia sobremaneira as importações e exportações das firmas ao resto do mundo, afetando inclusive os mercados de ações. É importante destacar que há uma forte disparidade entre ativos financeiros e fatores produtivos, aonde na última crise de 2008 a relação frente ao PIB chegou a 800%. Isso acarretou na formação de bolhas dado a ampla margem de especulação, onde nem mesmo a Lei americana Sarbanes-Oxley⁶¹, que buscava controles mais rígidos e transparente, foram capazes de deter. No Brasil foi instituído a Instrução CVM n. 475, de 17 de dezembro de 2008, essa instrução dispõe de informações adicionais sobre os instrumentos financeiros das companhias abertas (GALVÃO; FLEURIET, 2018).

Assim a regulamentação, transparência e gestão de riscos são tendências que o mercado vem percebendo como essenciais. O risco de mercado é, portanto, compreendido como a variação de preços, predefinidos e que constituem uma base de fatores exógenos e endógenos à empresa, aos agentes e/ou aos investidores. Variações nos preços das commodities, dos juros,

⁶¹ Lei Sarbanes-Oxley também conhecida como SOx a foi sancionada em 2002 nos Estados Unidos da América buscando proteger os investidores e demais stakeholders das práticas fraudulentas das firmas. Essa lei obriga todas as empresas listadas no mercado americano a adotar algumas medidas de boas práticas de governança, com o objetivo de aumentar o controle, transparência e segurança na condução dos negócios, administração financeira, escriturações contábeis e gestão de informações.

da taxa de câmbio, das ações são os principais exemplos de risco de mercado. O mercado apresenta volatilidade - frequência e intensidade das flutuações nos preços. Nesse sentido, os riscos de mercado têm efeitos políticos, fiscais e monetários, pois políticas cambiais e de juros afetam diretamente as firmas (GALVÃO; FLEURIET, 2018).

Os riscos de liquidez são relacionados aqueles no qual o tomador de empréstimo não ter os fundos/recursos necessários para arcar com as dívidas, que pode ter variadas consequências operacionais e administrativas. Conforme o Banco Central do Brasil (BACEN), pela resolução n. 4.090, de maio de 2012, em seu segundo artigo, o risco de liquidez é definido como:

A possibilidade de a instituição não ser capaz de honrar eficientemente suas obrigações esperadas e inesperadas, correntes e futuras, inclusive as decorrentes de vinculação de garantias, sem afetar suas operações diárias e sem incorrer em perdas significativas; e,
A possibilidade de a instituição não conseguir negociar a preço de mercado uma posição, devido ao seu tamanho elevado em relação ao volume normalmente transacionado ou em razão de alguma descontinuidade no mercado.

Destarte, o *risco de liquidez* basicamente refere-se à capacidade de uma determinada organização de honrar com seus compromissos financeiros, que pode ser classificado em risco de liquidez de fluxo de caixa e risco de liquidez de mercado. O primeiro está relacionado com a possibilidade de a organização ter um descasamento entre os pagamentos e recebimentos, afetando a capacidade de pagamento. O segundo está ligado à perda de liquidação de uma posição significativa no mercado, como uma redução estratégica de liquidação acordada ou a redução do valor dos ativos que componham a liquidez das firmas. Para tal, torna-se necessário a gestão de risco de liquidez, essa gestão consiste em um conjunto de processos que buscam garantir a capacidade de pagamento das firmas, buscando o planejamento, os limites de risco e a otimização dos recursos disponíveis. Existem diversos tipos de mensuração de liquidez, mas devemos lembrar que os índices de liquidez pouco ou nada dizem sobre a liquidez das instituições. Existem modelos mais dinâmicos que buscam resolver os conflitos de decisão dos indicadores de desempenho tradicionais, conseguindo mostrar a mudança na liquidez decorrente de investimentos em estoque. Portanto, as firmas buscam criar uma flexibilidade financeira que busca torná-las mais resilientes aos choques conjunturais por meio de venda de ativos, da capacidade de contrair dívidas bancárias e/ou de receber financiamento dos seus acionistas (OLIVEIRA, FLEURIET, 2018).

Goulart e Pinheiro (2018) após realizar uma análise histórica dos *riscos operacionais* nas instituições financeiras, a partir da crise de 1929, apresentam evoluções no sistema, visto que a primeira versão consolidada do Novo Acordo de Basileia (Basileia II), em 2004,

apresenta a definição de risco operacional no âmbito das instituições financeiras, sendo incorporado pelo normativo brasileiro na Resolução CMN n. 3.380/2006, como:

Risco operacional é a possibilidade de ocorrência de perdas resultantes de falha, deficiência ou inadequação de processos internos, pessoas, sistemas ou de eventos externos. O conceito inclui o risco legal associado à inadequação ou deficiência de contratos firmados por uma instituição, bem como as sanções em razão do descumprimento de dispositivos legais e as indenizações por danos a terceiros decorrentes das atividades desenvolvidas, mas que exclui o risco de reputação.

As firmas necessitam assim criar uma estrutura de gerenciamento de risco operacional, que não é um assunto novo, mas tem sido ampliado o seu debate nos últimos anos. O marco nesse sentido foi o documento *Internal Control – Integrated Framework*, publicado pela primeira vez em 1992 pelo *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (COSO), influenciando a lei Sarbanes-Oxley, a resolução do Conselho Monetário Nacional (2.554/98) e até abordagens metodológicas de governança corporativa. Uma reflexão importante nesse sentido é que estes controles internos são considerados para muitos como custos para os empreendedores. Muitos inclusive consideram uma verdadeira barreira ao crescimento e/ou à realização de negócios. Essa visão é totalmente equivocada, pois, decorre do erro de considerar o controle um fim em si mesmo, o que acostuma denominar o controle pelo controle. Todo o controle deve ser orientado pelos riscos, pois sua ausência ou falha acarreta diversos problemas aos empreendedores. As respostas aos riscos englobam todo o rol de atitudes que os gestores da organização terão em momentos de crise, visto que após análise do custo-benefício, é possível detectar alternativas que minimizem os riscos operacionais (GOULART; PINHEIRO, 2018).

Para Araújo (2018, p. 229), “a reputação de uma organização está diretamente relacionada à percepção que o mercado em que atua e os *stakeholders* tem ao seu respeito. Sendo um ativo intangível, é difícil mensurá-la ou quantificá-la”. Medeiros, Silveira e Oliveira (2018) analisam exatamente essa questão quando se pensa no crime corporativo da mineradora Samarco S.A. Basicamente o estudo buscou analisar a retórica da empresa, baseado em três mitos: (a) nós estamos fazendo o que deve ser feito; (b) nós não colocamos a sociedade e o meio ambiente em risco; (c) a culpa não é nossa. Desse modo, a instituição tem dentro do contexto organizacional um desengajamento moral, dado a uma transgressão corporativa, sendo esse, um importante estudo de reflexão e questionamento das escolas de negócios em todo o mundo, assim a sociedade civil representa uma força importante para mudanças nesse seguimento.

Portanto, entra-se no último risco, o risco de *reputação e compliance*, pois são os ativos mais importantes de uma organização, sendo muito sensível às ocorrências de riscos e crises. O Fórum Econômico Mundial de 2012 divulgou um estudo que em média 25% do valor de uma companhia está diretamente relacionado à sua reputação no mercado e com os *stakeholders*, sendo bastante significativo. Araújo (2018, p. 236) destacou que algumas áreas têm impacto direto sobre a sua reputação, essas áreas podem ser afetadas pelas decisões corporativas e do desempenho, pois os principais fatores que afetam a reputação, são:

- 1) Desempenho financeiro: acionistas, investidores, bancos e muitos outros stakeholders levam em conta o desempenho financeiro quando avaliam a reputação da organização;
- 2) Qualidade: o esforço empreendido pelas organizações para estabelecer altos padrões de qualidade é positivo para uma boa reputação. Defeitos em produtos e recalls tem impacto inverso;
- 3) Inovação: organizações que são reconhecidas e se destacam de seus concorrentes por processos de inovação e produtos mais inovadores tendem a ser mais bem reputadas e ter uma marca mais forte;
- 4) Ética e integridade: empresas com políticas efetivas de ética são mais confiáveis aos olhos dos stakeholders;
- 5) Resposta em situação de crise: os stakeholders também são bastante atentos na forma com que as organizações reagem em situações de crise. Qualquer ação tomada durante uma situação de crise terá forte impacto na reputação da organização;
- 6) Segurança: uma infraestrutura sólida para prevenir ameaças físicas e cibernéticas ajuda a evitar problemas com segurança que possam prejudicar a reputação da companhia.

Diante disso, as firmas buscando prevenir, detectar, corrigir e responder aos riscos de reputação e a outros riscos relacionados pela forma como os negócios são conduzidos, tem investido cada vez mais em sistemas de controle e profissionais que atuam na área de *compliance*. O *compliance* é um termo inglês para conformidade, adequação e tudo que se refere à lei, regulamento e até mesmo às regras e políticas internas de uma entidade. Esse mecanismo abrange um conjunto de medidas que a empresa estabelece buscando a prevenção, detecção e remediação de desvios de conduta. Este é um assunto relativamente novo no Brasil, ele ganhou força pela Lei Anticorrupção, essa lei prevê responsabilidade civil e administrativa às empresas que praticam atos lesivos contra a administração pública e estrangeira, impondo penalidades duras para aqueles que descumprirem. A Controladoria Geral da União (CGU) buscando auxiliar as empresas no estabelecimento de programas de integridade, publicou em dezembro de 2015 um documento intitulado “Programa de Integridade, Diretrizes para Empresas Privadas”. O *compliance* como os programas de integridade são ferramentas chave para que as firmas possam preservar sua reputação (ARAÚJO, 2018). Com isso o decreto n. 8.420/2015, em seu artigo 41, regulamenta a Lei Anticorrupção:

Programa de integridade consiste, no âmbito de uma pessoa jurídica, no conjunto de mecanismos e procedimentos internos de integridade, auditoria e incentivo à denúncia de irregularidades e na aplicação efetiva de códigos de ética e de conduto, políticas e diretrizes com objetivo de detectar e sanar desvios, fraudes, irregularidades e atos ilícitos praticados contra a administração pública, nacional e estrangeira.

O risco está presente em todas as atividades industriais, financeiras e comerciais, e é algo inerente a todos os processos, com amplitudes variadas, em que o gestor deve compreender as probabilidades e impactos destes eventos em seus empreendimentos. O Estado deve fiscalizar, licenciar e regulamentar a atuação das firmas, pois apenas este pode criar o *efeito transbordamento*. Esse subcapítulo buscou apresentar como as firmas atuam com relação aos riscos, analisando os guias de boas práticas de projetos, considerando o chão de fábrica ao mercado financeiro. No meio, buscou apresentar essa questão a luz das boas para a gestão de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.

Todavia, o gerenciamento de riscos nas linhas trabalhadas, pouco, ou nada, tratam das questões referentes ao ambiente natural, os atingidos pelos empreendimentos, dentro da *sociedade de riscos*. No entanto, a importância desses ferramentais, instrumentais e técnicas para se trabalhar com o elemento espacial relacionado às firmas. Portanto, este subcapítulo mostrou como as firmas são e como atuam na gestão de risco. O próximo subcapítulo avalia como as firmas deveriam ser, por uma abordagem normativa, pois será acrescentado o conceito a *desengenharia*, como uma solução pautada no *dever*, dentro da *sociedade de risco*. Além disso, será considerado também como norteador o Guia para Planejamento do Fechamento de Mina, que apresenta diretrizes a serem consideradas no projeto mineral.

4.6. DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA À DESENGENHARIA DOS COMPLEXOS INDUSTRIAIS

O desenvolvimento econômico por muito tempo vem se pautando no crescimento industrial, que amplia a degradação ambiental, e em teoria, aumenta o bem-estar da sociedade. A economia industrial é composta por duas abordagens, sendo uma tradicional (*mainstream*) e uma alternativa (schumpeteriana/institucionalista). A questão central de ambas as abordagens consiste no funcionamento das firmas e dos mercados, divergindo no modo de análise. A primeira abordagem parte do trabalho de Joe S. Bain e M. Scherer, utilizando o modelo de estrutura-conduta-desempenho. Esse modelo compreende como se realiza a alocação dos recursos escassos, tendo como objetivo o equilíbrio e a maximização dos lucros. A segunda

abordagem ligada a Joseph Schumpeter estuda a dinâmica relacionada à criação das riquezas das empresas, essa dinâmica parte do princípio que a riqueza não é construída pela minimização dos custos e sim, pela capacidade das firmas em inovar (KUPFER; HASENCLEVER, 2002).

Kupfer e Hasenclever (2002) compreende que a economia industrial parte da natureza e objetivos das firmas, explicando pela visão de Penrose (1959) e Chandler (1992). Para o Penrose, as firmas não são facilmente observáveis fisicamente, elas possuem uma complexa definição do que realmente representam. Contudo, para a compreensão das firmas, torna-se importante considerar as características de cada empresa de acordo com seus interesses. Já Chandler, compreende as firmas como entidade legal e administrativa, essas firmas, por sua vez produzem bens e serviços e, por intermédio de contratos e uma clara divisão dos trabalhos, sua busca se efetiva pela maximização dos lucros.

Notamos que dentro da estrutura da economia industrial não se fala da descontinuidade dos projetos industriais, como a proposta da *desengenharia*. Isso deriva da necessidade de políticas ambientais, pois conforme a industrialização foi atingindo sua maturação, os impactos dessas atividades no ambiente natural e na sociedade tem ganhado importância. Sánchez (2001, p. 17) destacou que apesar da mineração começar, de forma embrionária, a pensar nessas questões, “o mesmo não se passa com a maioria das atividades industriais”. As indústrias mais cedo ou mais tarde tendem a fechar, por diversas razões (econômicas, sociais, comerciais, ambientais, etc.) criando *rugosidades espaciais* que precisam ser trabalhadas.

Para Santos (2017, p. 205), “o novo espaço das empresas é o mundo”, sendo que a “maioria das empresas não são, apenas, multinacionais, são globais”. Entretanto, seus impactos são locais e territoriais, uns apresentando características transfronteiriças, pois os demandantes dos produtos e serviços muitas vezes desconhecem os processos. Um exemplo fora da mineração, mas que auxilia nessa compreensão, são as atividades de pecuária, visto que o consumidor final adquire um determinado corte em uma rede de hipermercado, mas devido não ter acesso ao processo, desconhece o sofrimento animal que está embutido no produto, além de outras questões.

Na mineração torna-se um problema ainda mais complexo, pois os minérios são vendidos *business to business* (B2B), tornando a visão do público final ainda mais turva. Ao se comprar um celular moderno não torna se possível à percepção de todo o fluxo do processo, pois alguns componentes apresentam minerais que podem derivar de trabalho análogo a escravidão ou semiescravo em algum lugar da África, ou da América do Sul. Além disso, há o

problema das formas de obsolescência (programada e perceptivas)⁶² que estão alinhados com as métricas da economia industrial, afinal, se o objetivo consiste na maximização dos lucros, os produtos não podem ser feitos para durar. Esse problema não é só relacionado aos bens industriais, pois:

Em consequência, ao lado da emergência de novos setores industriais dinâmicos e do declínio relativo de outros, há em marcha um processo de obsolescência acelerada de indústrias de todos os setores. Isto significa que aumenta hoje em dia a quantidade de estabelecimentos industriais que são fechados ou desativados (SÁNCHEZ, 2001, p. 23).

Portella, et al. (2010) reforçam que alguns empreendimentos industriais no momento da sua desativação, criam um rastro de contaminação e degradação ambiental, emergindo impactos no ambiente natural, econômico e sociais. Para o autor, a *desengenharia* pode ser definida como uma fase do ciclo de vida do projeto que o empreendimento será desativado, para que, posteriormente, se dê uma nova destinação ao uso do solo. Dentro do ciclo de vida de um projeto industrial há diversas externalidades entre os processos, como: “a) implantação b) operação e, c) *desengenharia*, tendo como pano de fundo que existem várias revoluções tecnológicas com correspondentes problemas ambientais” (PORTELLA, et al., 2010, p. 2).

A indagação de Sánchez (2001, p. 22) é sobre o que fazer com obras e instalações antigas, “transformá-las todas em museus? Abandoná-las? Demolir tudo e construir algo novo”? Para Portella, et al. (2010, p. 2), as externalidades se manifestam de várias formas, sendo: “[...] i) locais e reversíveis, ii) locais e irreversíveis, iii) globais e reversíveis e, iv) globais e irreversíveis, concluindo que a política deve constituir-se na internalização destas externalidades”. Isso remete a questões de escala, questões espaciais e temporais, *capacidade de suporte*, entropia, que Beck (2011) considera como *irresponsabilidade organizada* dentro da *sociedade de risco* global. Devemos lembrar-nos do normativo jurídico relacionado à Resolução 23 de Janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que considera o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, direta ou indiretamente”, sendo dividido em grandes eixos que são afetados, sendo: “(I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais

⁶² A obsolescência programada consiste em uma metodologia das firmas que produzem bens de consumo buscando planejar a vida útil do produto, para forçar o consumidor a trocar ou consumir mais. A obsolescência perceptiva é uma estratégia imposta à sociedade, por meio de manipulação midiática, criando uma cultura de consumo ao qual os próprios indivíduos reconheçam que um determinado produto está obsoleto, forçando a aquisição de novos bens.

e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Desta forma, torna-se necessário o aprofundamento da nossa compreensão do mercado de seguro e, neste âmbito o debate é intenso, as divisões são marcadas entre o risco da poluição ambiental e o risco das catástrofes naturais, criando as condições para o avanço de novos *approachs* aos riscos ambientais, os quais precisam ser devidamente compreendidos de forma a poder sugerir medidas concretas para o enfrentamento deste problema no Brasil (PORTELLA, et al., 2010, p. 3).

Base importante para esse enfrentamento está na *desengenharia*, na qual, para Foladori (2002), destacou a sua relevância, sobretudo ao considerar a evolução dos empreendimentos industriais durante dois séculos, nos quais, ao final, as infraestruturas eram abandonadas, acarretando diversos problemas. Esse autor, ainda destaca, no início de sua análise, uma série de complexidades, afinal: “em momentos em que o mundo se debate com guerras, greves, fome, golpes de Estado e desemprego, falar de avanços civilizatórios parecesse um absurdo. Porém, a realidade caminha assim, dialeticamente” (FOLADORI, p. 1). Ressalta a importância do conceito do ciclo de vida e sua incorporação nas políticas públicas, pois não se pode considerar apenas a vida útil, afinal, restarão infraestruturas cadáveres no porvir.

Desse modo, Sánchez (2001, p. 78) demonstra que as principais características das barragens de rejeito são relacionadas à sua obsolescência, riscos de ruptura, estrutura obsoleta, sedimentos acumulados, grande superfície degradada e contaminação dos solos e das águas subterrâneas, tornando estes os passivos ambientais mais graves dessa infraestrutura, ainda mais por não se ter um inventário que contemple todas as questões.

O IBRAM (2019) segue essa lógica do ciclo de vida, pois há atividades após o encerramento, conforme Figura 4.33.

Figura 4.33 - Etapas do ciclo de vida de barragens e estruturas de disposição de rejeitos.

Fonte: IBRAM (2019, p. 15).

É importante destacar que o pós-encerramento é considerado um período após a completa implementação das medidas de desativação ou descaracterização das estruturas de disposição de rejeitos minerais. No qual, o monitoramento e a manutenção, são pensados a longo prazo, dentro de objetivos de avaliação de desempenho (IBRAM, 2019, p. 16). Isto posto, demonstra-se uma evolução pela perspectiva temporal, mas não abrange a provocação da *desengenharia*.

Para Foladori (2002), a riqueza da proposta da *desengenharia* quando se adiciona a literatura econômica sobre a riqueza dos solos. O exemplo que esse autor utiliza refere-se a “[...] um terreno melhor localizado, ou com uma topografia mais adequada para os fins do investimento, tem um preço maior que outro distante dos mercados ou com uma geomorfologia que requer de maiores investimentos de capital” (FOLADORI, 2002, p. 4).

Basicamente, consiste nas categorias de renda da terra, que Barcelos, Outeiro e Pinto (2019) apresentam em um resumo bibliográfico da renda diferencial, renda absoluta e renda de monopólio. Para esses autores, “[...] o capital possui impacto nas relações sociais, com poder coercitivo de uma classe para outra”, sendo o Planeta Terra um “[...] palco de conflitos e de disputas por diferentes grupos, com discrepantes níveis de influência e de defesa. Nas diversas classes, os camponeses compõem o grupo com menor poder de barganha e de veto às decisões acerca da utilização do solo” (BARCELOS; OUTEIRO; PINTO, 2019, p. 15).

Isto posto, à terra, ou seja, o solo, apresentam riquezas dispares em determinados locais e territórios. Ao se pensar na questão terras, devemos compreender que algumas apresentam um sobrelucro devido suas especificidades, o que torna todo seu complexo logístico mais eficaz, reduzindo custos de produção. Logo, pode considerar que assim como na agricultura, a mineração apresenta as mesmas características, havendo uma renda diferencial, absoluta e principalmente de monopólio, que gerará lucros acima da média. Em outras palavras, o preço da produção, devido à qualidade do solo e facilidades logísticas, fica bem abaixo do preço de mercado, como é o caso da mineração no Complexo Carajás.

Devido ao alto teor de pureza as minas compreendidas nessas regiões apresentam custos operacionais bem abaixo do mercado, pois alguns processos produtivos, a exemplo do beneficiamento, não são contemplados. Com isso, ao se pensar no mercado da China, o minério extraído no Complexo Carajás torna-se mais competitivo com relação às minas localizadas na Austrália, e outras regiões, compensando os custos do frete.

Coelho (2019, p. 161) destacou que além da exploração das vantagens do solo e do subsolo, as mineradoras expropriam o valor do trabalho, visto que “o excedente econômico proveniente da exploração acontece em detrimento da precedente economia local, o que pode estender desigualdades e empobrecer populações”.

Caminhando nesse sentido, Foladori (2002, p. 5) estende sua análise aos passivos sociais, pois “assim como começam a ser punidos os investidores que lucram explorando a natureza além dos limites de reciclagem natural, também começa a ser punidos os lucros derivados de relações sociais de produção imorais”. Este último trecho vai ao encontro com a proposta apresentada, ainda que de forma muito recíproca, referente aos *passivos do sofrimento social*, tão latentes quando se pensa em mineração.

Logo, percebemos a amplitude do conceito de ciclo de vida quando incorporado elementos relacionados à *desengenharia*, afinal, devemos ter em mente estes fatores para se avaliar a viabilidade dos negócios. Não se pode, e nem se deve pautar apenas pelas questões financeiras e técnicas, ou pelos impactos ambientais, pois dentro do metabolismo do planeta, as espécies vivas (humanas e não humanas) constituem um fator determinante para a implementação e viabilidade empresarial.

A *sociedade de risco* é uma realidade e para que os desencadeamentos produtivos se tornem otimizadores às análises e fundamentações devem ser pautadas pelo *dever*. A *desengenharia* vem em cima dessa proposta, considerando as *rugosidades espaciais*, pois Sánchez (2001, p. 33) afirma que “a reutilização de um imóvel industrial pode dar-se de diferentes maneiras” (Figura 4.34). O autor destaca: “as construções podem ser tratadas separadamente dos terrenos, demolidas, mantidas em seu estado ou reformadas, e os novos usos podem ser os mais variados” (SÁNCHEZ, 2001, p. 33).

Figura 4.34 - Reutilização de instalações industriais.

Fonte: Adaptado, Sánchez (2001, p. 35).

Ao entrar especificamente na questão mineral e a desativação dos empreendimentos industriais, pois o setor apresenta maior tradição sobre esta temática, dado as características de exaustão das reservas. Devido à necessidade de desativar as minas e instalações deriva da finitude dos recursos minerais. Devemos compreender, com raras exceções, que isto se refere à exaustão econômica e não as condições físicas das minas, que com raras exceções, podem durar por séculos. O fechamento da mina torna-se uma etapa do ciclo de vida, que se deve considerar os períodos e atividades deste projeto. O custo de produção e a margem de rentabilidade são elementos chave para a descontinuidade de um projeto, que também pode ocorrer devido a flutuações dos preços, problemas legais entre outras questões. Todavia, mudanças tecnológicas podem tornar os projetos mais duradouros, algo difícil de prever. Outros fatores que podem restringir um determinado produto são as questões ambientais e problemas

gerenciais, esses fatores impactam diretamente nos componentes de decisão de um dado projeto. Isto posto, a fase que consiste no projeto de *desengenharia* deve ser contemplado, afinal há custos, e estes custos deverão emergir em algum momento no tempo, para que não se gere passivos ambientais para a sociedade dado as suas *rugosidades espaciais* (SÁNCHEZ, 2001).

Qualquer que seja a razão que leve ao fechamento de uma mina, coloca-se o problema da recuperação de áreas degradadas e reutilização do terreno. No âmbito da mineração, a recuperação de áreas degradadas é geralmente entendida como um conjunto de ações que visam tornar a área apta para algum uso produtivo, não necessariamente idêntico ao que antecedeu a atividade de mineração (SÁNCHEZ, 2001, p. 48)

Na Tabela 4.14 é apresentado e algumas características para a desativação de empreendimentos, bem como um modelo esquemático na Figura 4.35 que trata da recuperação de áreas degradadas na mineração.

Tabela 4.14 - Algumas características da desativação de empreendimentos.

Empreendimento	Vida útil	Principais razões para o fechamento	Principais passivos ambientais
Indústrias	Indeterminada	Obsolescência	Solos contaminados
		Mercado	Aquíferos poluídos
		Impactos ambientais	Resíduos tóxicos
Minas	Determinada, mas variável	Exaustão	Escavações
		Obsolescência	Áreas de subsidência
		Mercado	Áreas alagadas
		Impactos ambientais	Pilhas de estéreis
Depósitos de resíduos	Determinada, mas variável		Barragens de rejeito
		Exaustão	Riscos de migração de poluentes e de explosões de gás
		Mercado	Solos contaminados
Infraestrutura de transportes	Indeterminada	Impactos ambientais	
		Obsolescência	Solos contaminados
		Incompatibilidade com o tecido urbano	Aquíferos poluídos
Usinas termelétricas	Indeterminada		Resíduos tóxicos
		Obsolescência	Solos contaminados
		Mercado	Aquíferos poluídos
Instalações nucleares	Determinada	Impactos ambientais	Resíduos tóxicos
		Obsolescência	Materiais radioativos

Barragens

Indeterminada

Obsolescência

Riscos de ruptura

Estrutura obsoleta

Sedimentos acumulados

Grande superfície degradada

Fonte: adaptado de Sánchez (2001, p. 78).

Figura 4.35 - Recuperação de áreas degradadas na mineração.

Fonte: adaptado de Sánchez (2001, p. 49).

A atividade da mineração torna-se um objeto que necessita de uma construção pautada no *dever*, afinal, são recursos não renováveis, mas eles criam *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*, esses sistemas perpetuam nas *horizontalidades* e *verticalidades* geográficas. As infraestruturas para a exploração mineral são complexas, dado a *rugosidades espaciais*, elas necessitam de um tratamento para que ao final do ciclo de vida do projeto tenha-se um tratamento econômico, ambiental, comercial, cultural, recreativo e social. Todavia, já existem diversos empreendimentos minerais abandonados ou inativos, nesse caso, os empreendedores repartiram os lucros e dividendos deixando os passivos para a sociedade.

Existem milhares de minas abandonadas em diversas regiões do mundo, ao qual Sánchez (2001) destacou alguns números que merecem destaque. Nos Estados Unidos da América (EUA), no estado da Califórnia existem cerca de 2.500 minas abandonadas ou inativas. No Missouri cerca de 8.000 a 20.000 no estado de Montana e Colorado e cerca de 80.000 no Arizona. No Canadá, na província de Ontário estima-se cerca de 6.000 minas nessas condições. Já na Inglaterra e no País de Gales o número chega próximo de 10.000 minas de carvão abandonadas. No Brasil, apenas em São Paulo, na bacia do Guarapiranga, estima-se 112 minas abandonadas. Observamos, em relação ao Brasil, não há uma contabilidade das minas abandonadas ou inativas. Um questionamento importante e que se reflete aos objetivos do presente trabalho é: “depois que a mina for fechada, durante quantos anos caberá à empresa mineradora a atribuição de zelar pela integridade da estrutura?” (SÁNCHEZ, 2001, p. 53).

Para Sánchez (2001), em alguns países, a garantia pela estabilidade tem caráter perpétuo. Para Barcelos, et al. (2019, p. 372) no Brasil existe uma “[...] falta de delimitação temporal nos textos legislativos”. Todavia, continuam, a legislação informa como uma responsabilidade de longo prazo por parte do empreendedor, que compreende uma visão duradoura.

Essa questão encontra-se assim como eixo central para a presente pesquisa, pois compreender como os agentes pensam nesse tema é que dá o caráter de uma visão pautada no *devoir* que assegure uma visão ética de longo prazo. Assim, é importante destacar, “nada garante que as grandes barragens, modernas pirâmides, durarão tanto quanto estas” (SÁNCHEZ, 2001, p. 77).

Isto posto, não dá para desconsiderar a afirmação de Adams (2009, p. 238), pois “[...] as pessoas não estão mais preocupadas em conseguir alguma coisa boa, mas sim em evitar o pior”.

Destarte, fica evidente um enorme desafio, visto que às incertezas são imensas. Todavia, a resposta não torna se possível sem abordagens econômicas, políticas e culturais. Veyret (2015) destacou que para a abordagem econômica tem relevância devido às suas necessidades de financiamento e investimento. A abordagem política deve considerar a elevada conjuntura de falência do Estado, o que cria problemas crônicos dentro do sistema metabólico. A mudança de paradigmas, ao se pensar na prevenção e gestão de risco deve contemplar abordagens conceituais importantes, como o “[...] primado da tecnologia, a resposta social e, hoje em dia, o desenvolvimento sustentável” (VEYRET, 2015, p. 108).

As soluções técnicas, que são indispensáveis, não estão propiciando grandes evoluções quando se considera a *sociedade de risco*. Conforme as técnicas evoluem, os riscos se expandem, tornando a sociedade refém de projetos importantes, mas que devido a sua *estrutura, processo, função e forma*, tendem a agravar problemas sociais, ambientais e também econômicos. A resposta social vem da legitimidade institucional, mas que devido ao modelo hegemônico presente, criam nos políticos, preocupações regidas por pressões econômicas e financeiras. Por fim, o paradigma do desenvolvimento sustentável reafirma que as soluções técnicas podem resolver todos os problemas, fundado na crença do progresso técnico, que pode vir a se transformar no conto do cavalo de Samarra⁶³ (VEYRET, 2015).

A política apresenta uma grande relevância para todo o trabalho, pois dentro das linhas teóricas estudadas, deve haver um comprometimento para que não se caia na crença do progresso técnico. Essa crença está correlacionada aos discursos das firmas e refere-se ao olhar analítico empresa-sujeito ao território-objeto. Trabalhamos com o oposto, o território-sujeito à empresa-objeto. O foco nesse bloco continua sendo a firma, entretanto, essa distorce o espaço geográfico ao seu favor, pois os formuladores políticos buscam satisfazer suas necessidades, tornando a política muitas vezes sem sentido, com decisões pautadas apenas no agora. O paradigma do desenvolvimento sustentável impulsiona a questão política como balizador, sendo necessário resgatar previamente a visão da economia ecológica e a noção de *totalidade espacial*.

Para se alcançar um sentido na política à economia ecológica trabalha com três pilares (*distribuição justa, alocação eficiente e escala sustentável*) que devem estar alinhados com pelo menos três instrumentos políticos básicos. A *distribuição justa* necessita de um determinado nível de desigualdade socialmente aceito, ou seja, alguns limitadores são importantes, pois o consumo conspicuo está atrelado às classes que possuem maiores riquezas, nada mais são que externalidades negativas, principalmente para as futuras gerações. A *alocação eficiente* necessita do instrumento do mercado, ao menos quando a questão são bens privados (excludentes e rivais), entretanto, o mesmo não vale para os bens públicos e recursos comuns. A *escala sustentável* requer um limite social referente ao *throughput* (fluxo entrópico) dentro da *capacidade de suporte dos serviços e funções ecossistêmicos*, que contemple a absorção à regeneração (DALY; FARLEY, 2015).

⁶³ Este conto ocorre na antiga Mesopotâmia, onde um soldado apavorado procura o rei solicitando um cavalo para ir até Samarra devido ter encontrado com a morte. O rei compreende o medo do soldado e lhe oferece o cavalo mais rápido, o seu melhor corcel. Entretanto, o rei mais tarde encontra com a morte, onde após a indagação do rei sobre o soldado, a morte afirma surpreso, pois aguardava o soldado em Samarra, naquela noite (TIEZZI, 1988).

Criar restrições com relação ao produto final (poluição) e limitar o fluxo de entrada da natureza (depleção), baseados na lei da entropia, é o instrumento adequado para o tema. Afinal, o mercado por si só não consegue distribuir de forma justa a riqueza, tão pouco, alcançar uma *escala sustentável* e uma *alocação eficiente*. Por este motivo que o mercado deve constar como terceira prioridade para os instrumentos políticos, pois há uma necessidade de realizar uma reengenharia social que altere os paradigmas contemporâneos (DALY; FARLEY, 2015).

Em outras palavras, entra-se novamente nos pilares da economia ecológica, pois para se combater a pobreza tem-se a *distribuição justa*, pois a restauração da dignidade dos excluídos se dá pela *alocação eficiente* e por fim, mas não menos importante a *escala sustentável* que pode garantir a proteção da natureza. Tudo isso considerando que a economia ecológica não tem, dentro da sua abordagem, o fim dos mercados, pois estes são necessários, apesar de questionáveis e controversos. Tudo é pautado na forma como o mercado interage com o metabolismo socioambiental sendo uma abordagem ética e responsabilidade intergeracional já seriam elementos fortes orientados pelo *devoir*.

Todavia, o crescimento, é um aumento quantitativo no tamanho da economia, sempre será alvo de crítica da economia ecologia, pois dentro de um sistema fechado com recursos escassos torna-se utópico crer em um crescimento infinito. Para que fosse possível um crescimento infinito, como desejam os economistas neoclássicos, era necessário um *throughput* ilimitado (fluxo entrópico): “fluxo de matérias-primas e energia do ecossistema global, que passa pela economia, e volta para o ecossistema global como resíduo” (DALY e FARLEY, 2016, p. 38).

Deste modo, devido os limites do *throughput*, os economistas ecológicos consideram que a noção do desenvolvimento mais plausível, pois significa um “aumento na qualidade dos bens e serviços, definido pela sua capacidade de aumentar o bem-estar humano, proporcionado por um determinado *throughput*” (DALY e FARLEY, 2016, p. 38).

Franck-Dominique (2015, p. 15) destaca que a economia ecológica é “uma espécie de revolução copernicana” que busca “uma inversão das perspectivas e hierarquias estabelecidas pelos economistas neoclássicos”. Portanto, seu objetivo é inserir “a economia no bojo da biosfera e das regulações ecológicas, de modo a permitir uma coevolução entre diferentes sistemas” (FRANCK-DOMINIQUE, 2015, p. 15).

Tiezzi (1988, p. 7) reforça que quando se pensa na cultura, “carece ao extremo de biologia e de termodinâmica e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos”. À vista disso, a economia ecológica se

respalda em reduzir a economia a um subsistema, adicionando elementos da física, sociologia e ecologia, com responsabilidade ética e intergeracional. Logo, do ponto de vista da economia ecológica:

[...] a principal contribuição foi na delimitação teórica e operacional das relações entre a natureza e o sistema econômico tanto na direção de se estruturar um ciclo de prosperidade quanto na direção de se configurar um ciclo de pobreza, dependendo da forma com que se utiliza a base de recursos naturais da sociedade: sustentavelmente, predatoriamente, conservadoramente etc. (HADDAD, 2017, p. 32)

A totalidade e o local são resumidos por Santos (2017, p. 332) em três problemáticas centrais, sendo:

- 1) O espaço geográfico assim remodelado é, aqui, considerado como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações;
- 2) No plano global, as ações, mesmo “desterritorizadas”, constituem normas de uso dos sistemas localizados de objetos, enquanto no plano local, o território, em si mesmo, constitui uma norma para o exercício das ações;
- 3) A partir dessas duas ordens, se constituem, paralelamente, uma razão global e uma razão local que cada lugar se superpõem e, num processo dialético, tanto se associam, quanto se contrariam. É nesse sentido que o lugar defronta o Mundo, mas também, o confronta graças à sua própria ordem.

Destarte, a totalidade e o local alteram o metabolismo socioambiental se apresenta como um elemento chave para se compreender a relação dialética entre o homem e a natureza, bem como a interação do sistema econômico com o sistema biológico e físico, na busca da sustentabilidade.

Romeiro (2011, p. 4) afirma que no esquema analítico convencional, quando se pensa na questão da sustentabilidade, se dá por um problema “de alocação intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes racionais, cujas motivações são fundamentalmente maximizadoras de utilidade”. Desta maneira, continua o autor, dentro da economia ecológica o problema “de distribuição intertemporal de recursos naturais” escassos ou não, é “o que pressupõem a definição de limites para seu uso (escala)” (ROMEIRO, 2011, p. 4). Por envolver um conjunto complexo de ações, dado as questões relacionadas às incertezas e riscos, afinal:

Dada à escala de mudança, não é mais possível encontrar uma solução específica e discreta para cada parte do problema. É essencial encontrar soluções abrangentes que considerem as interações entre os próprios sistemas naturais com os sistemas sociais. Não estamos diante de duas crises separadas, uma ambiental e outra social, mas uma crise complexa que é, ao mesmo tempo, social e ambiental. Estratégias para uma solução demandam uma abordagem integrada para combater a pobreza, restaurar a dignidade dos excluídos e, ao mesmo tempo, proteger a natureza. (HADDAD, 2017, p. 10)

A *desengenharia* busca assim como a economia ecológica e geografia humana uma inversão das perspectivas e hierarquias da sua própria área do conhecimento, pois assim como os neoclássicos, formação dos engenheiros apresenta peculiaridades que pode criar obscurantismo da totalidade ao local. Apresenta-se assim como uma mudança considerável, uma solução abrangente que reorganiza os sistemas naturais com os sociais e econômicos. Podemos ampliar a tal ponto, a fim de uma abordagem que atue no combate à pobreza, a restauração e preservação daqueles que são atingidos e por fim, a eliminação ou mitigação do passivo ambiental.

Sánchez (2001, p. 95) destacou que os passivos ambientais estão se acumulando, as consequências são inimagináveis, assim, “no Brasil, os resultados de cinco séculos de descaso para com o meio ambiente tem-se manifestado de diferentes formas”. De um lado, as atuais gerações, que arcam com os custos econômicos e sociais das decisões do passado, sem que a *capacidade de suporte* e resiliência fossem considerados. Do outro lado, as futuras gerações herdam as condições das gerações presentes sem a possibilidade construção de diálogos. Tudo depende da atuação política que pode optar pelo *efeito derrame* ou o *efeito transbordamento*.

Sánchez (2001) ao entrar na questão dos sítios contaminados e as políticas de gestão, apresenta cinco abordagens dominantes, que se buscará apresentar de forma bastante resumida (Tabela 4.15).

Tabela 4.15 -Categorias de abordagem adotadas face à questão dos sítios contaminados.

Abordagem dominante	Características
Negligência	Não fazer nada, esperar que o problema se manifeste ou não seja descoberto
Reativa	Ação desarticulada e resposta caso a caso
Corretiva	Adoção, de forma planejada e sistemática, de medidas que visando remediar um problema, após identificação e diagnóstico
	Estudo e eventual recuperação quando há mudança no uso do solo
Preventiva	Planejar o fechamento de empreendimentos em atividades que possam causar contaminação do solo
	Adoção de instrumentos que garantam a desativação adequada (por exemplo, garantias financeiras)
Proativa	Planejamento e gestão ambiental de todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento

Fonte: adaptado Sánchez (2001, p. 117).

A *negligência* como política pública é algo até comum e muito difundido quando o assunto se refere à *desengenharia*, por exemplo, a questão dos solos contaminados. Nessa abordagem é tolerado que pessoas morem ou trabalhem perto de terrenos que constituem resíduos perigosos. Assim, devemos notar, há uma dificuldade de atuação do poder público devido uma falta de enquadramento legal (SÁNCHEZ, 2001).

Conforme o PMBOK (2015) ao se considerar o projeto, negligenciar as partes interessadas afeta negativamente a imagem resultando em uma maior probabilidade de fracasso. Ao se considerar a questão mineral, mesmo com um longo histórico no âmbito mundial de acidentes com barragens, e também considerando que as firmas cumpriam seus deveres legais, às vezes indo além, como, algumas certificações internacionais dos quais o mercado valoriza, a negligência sempre esteve presente. Essa negligência do Estado e das firmas que desenrolam em *efeitos colaterais latentes*, implodindo na *sociedade de risco*. Portanto, “a consequência de uma postura negligente é sempre um acúmulo de problemas, que vêm à tona drasticamente. A ação corretiva nesses casos pode ser do tipo reativa” (SÁNCHEZ, 2001, p. 122).

A *abordagem reativa* é bastante comum quando a questão são os problemas ambientais, pois devido à inação, o evento ocorre, para que só depois se criem soluções de eliminação ou mitigação do efeito. Incide assim uma pressão entre os atores da sociedade civil, atores econômicos, políticos e especialistas, pois a *estrutura, processo, função e forma* das firmas começam a ser questionadas por meio da mídia. Nesse sentido, a sociedade se recorre ao poder público pois são os únicos que podem tomar uma determinada atitude.

Entretanto, como ressalta Sánchez (2001) ao se pensar a questão da contaminação do solo, o reconhecimento público, via de regra, já torna se polêmico e contraditório. O autor compreende que, diferente da abordagem negligente que o problema sequer é reconhecido, a abordagem reativa reconhece o problema, mas apresenta ações descoordenadas que levem a algum lugar. Ao se considerar as estratégias para os riscos negativos apontadas pelo PMBOK (2015), aparentemente o Estado vem *transferindo* o risco a terceiros, em um jogo de empurra, fugindo de suas responsabilidades e permitindo que as firmas criem mecanismos de autorregulação. Em outras palavras, o Estado *aceita ativamente* o risco e opta por não agir, só agindo em momentos de elevada pressão, invertendo a lógica, e o mercado acaba retransferindo o risco a terceiros (sociedade).

Em geral, os órgãos governamentais não sabem como proceder nesses casos, uma vez que os funcionarios não foram preparados para tratar do novo problema, gerando uma série de ações desarticuladas, às vezes contraditórias, e sempre com a perspectiva do curto prazo (SÁNCHEZ, 2001, p. 122).

As *ações corretivas*, conforme Sánchez (2001, p. 125), “[...] são aquelas que visam remediar um problema após sua identificação”. Em outras palavras, reconhece o problema e cria ações para a sua solução. Os países mais industrializados vêm adotando políticas corretivas, apresentando um programa sistemático de ação com um planejamento robusto de intervenção. Segundo o autor, este tipo de política veio avançando desde a década de 1980, pois o seu sucesso é de certa forma relativo, apresentando alguns sucessos, mas diversas derrotas.

Silva (2018) dá ciência que ao se pensar na questão mineral e as barragens de rejeito, as empresas são responsáveis pelos danos causados recaindo a responsabilidade objetiva e integral da estrutura. Todavia, continua, a administração pública não consegue se furtar do seu dever de proteger o meio ambiente, pois a omissão pode ser atribuída à esfera administrativa. Sánchez (2001, p. 128) reforça esse ponto, pois, “a lei estabelece a responsabilidade objetiva, isto é, independe da existência de culpa, daquele que causar contaminação do solo”. Observamos uma tentativa de *mitigação*, que [...] implica na redução da probabilidade e/ou do impacto de um evento de risco adverso dentro de limites aceitáveis” (PMBOK, 2015, p. 345). Conforme o PMBOK (2015, p. 81) a *ação corretiva* é “uma atividade intencional que realinha o desempenho dos trabalhos do projeto com o plano de gerenciamento do projeto”.

Isto posto, Sánchez (2001, p. 128) alerta que “se nenhum mecanismo de atribuição de responsabilidade for estabelecido pela legislação, então acabará incumbindo ao poder público arcar com as despesas de remediação de sítios contaminados”. Quem paga a conta é sempre uma questão importante, motivo pelo qual se trabalhou em uma das seções do presente trabalho, quatro políticas que tem uma ação dentro da *escala sustentável*, sendo: regulação direta, impostos pigouvianos, subsídios pigouvianos e licenças negociáveis. Taxas, impostos e incentivos econômicos são pontos fundamentais para a manutenção da sociedade, necessitando de medidas equilibradas para estimular a economia, de forma responsável para que os passivos ambientais não recaiam para a sociedade. O Estado necessita de uma percepção aguçada dos riscos, no qual ao ter consciência de que as firmas jamais eliminarão plenamente os riscos operacionais, por ser algo impossível, devem focar em medidas de contenção.

As *estratégias preventivas* dentro do escopo do gerenciamento de projetos, na seção do gerenciamento de risco, encontram-se na saída do controle dos riscos. Em outras palavras, sabe-se da importância de se controlar os riscos, que faz parte do processo decisório das firmas. Nesse ponto, devemos ter em mente que a implementação de planos de contingência e/ou soluções alternativas estão sendo abordadas dentro das solicitações de mudança. Essas

solicitações de mudança podem ocorrer internamente como externamente, que podem gerar ações corretivas ou preventivas. Quando se trata da preventiva, a recomendação é que “as atividades para garantir o desempenho futuro do trabalho do projeto estejam alinhadas com o plano de gerenciamento do projeto” (PMBOK, 2015, p. 353).

Logo, devido à previsão da reação das pessoas ao projeto, os objetivos consistem ações que busquem obter apoio ou minimizar impactos negativos em potencial. Não é sem motivos que o guia de gerenciamento de projetos (PMBOK, 2015) criou em sua última versão uma seção que considera o gerenciamento das partes interessadas⁶⁴ do projeto. Conforme visto, os atores da sociedade civil e políticos tendem a pressionar os atores econômicos, e se houver uma mídia crítica, pode construir ou reconstruir a modelagem das ações humanas, pelos ordenamentos disponíveis (técnico, jurídico e simbólico).

Assim sendo, uma estratégia preventiva importante são os planos de desativação dos empreendimentos, ou seja, a *desengenharia*. Apesar da constante acumulação dos passivos ambientais, pois muitos já não têm empreendedores, devemos criar mecanismos institucionais que resgatem a memória técnica e social, pois nesses casos será o poder público o executor. Dessa maneira, os novos empreendimentos, assim como os que estão em vigência necessitam de um olhar preventivo, de modo a evitar que a sociedade arque com estes custos.

Garantias financeiras são estratégias políticas que podem garantir a recursos para *adesengenharia*, no caso de as firmas não realizarem suas obrigações, o montante fica retido para a utilização da administração pública na solução do problema. Contudo, caso as firmas realizem adequadamente os planos de mitigação ou eliminação do passivo ambiental, o valor retido pelo poder público é devolvido. Ao se considerar a mineração, essas medidas vêm sendo adotadas cada vez mais para a desativação das minas (SÁNCHEZ, 2001).

Assim, países como os Estados Unidos, Canadá, Austrália ou África do Sul exigem que a apresentação de planos de reabilitação para as áreas de mineração seja acompanhada de uma estimativa de custos. Com base nesses planos e orçamentos, as empresas devem apresentar garantias financeiras para a realização dos trabalhos de recuperação previstos. Tais garantias ficarão indisponíveis até a conclusão dos trabalhos ou poderão ser deduzidas em caso de recuperação progressiva. Se a empresa não executar a recuperação nos moldes preconizados por seu plano, o governo utilizará a garantia para promover a adequada recuperação (SÁNCHEZ, 2001, p. 156).

⁶⁴“O gerenciamento das partes interessadas do projeto inclui os processos exigidos para identificar todas as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar, ou serem impactados pelo projeto, analisar as expectativas das partes interessadas e seu impacto no projeto, e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o engajamento eficaz das partes interessadas nas decisões e execução do projeto. O gerenciamento das partes interessadas também se concentra na comunicação contínua com as partes interessadas para entender suas necessidades e expectativas, abordando as questões conforme elas ocorrem, gerenciando os interesses conflitantes e incentivando o comprometimento das partes interessadas com as decisões e atividades do projeto. A satisfação das partes interessadas deve ser gerenciada como um objetivo essencial do projeto” (PMBOK, 2015, p. 391).

A *perspectiva proativa* “[...]busca evitar que os passivos ambientais se acumulem durante a operação de um empreendimento industrial, minimizando assim os impactos ambientais durante todo o ciclo de vida de uma instalação” (SÁNCHEZ, 2001, p. 159). Para o PMBOK (2015, p. 310) ao se pensar em riscos, elas se originam na incerteza que existe em todos os projetos. Os riscos conhecidos são identificados e analisados, criando um planejamento para as respostas. Assim, conforme o PMBOK (2015, p. 310) “deve ser designada uma reserva de contingência para os riscos conhecidos que não podem ser gerenciados de forma proativa”. Já os riscos desconhecidos “[...] não podem ser gerenciados de forma proativa e, assim sendo, podem receber uma reserva de gerenciamento. Um risco negativo do projeto que já ocorreu também é considerado uma questão de projeto (problema)” (PMBOK, 2015, p. 310).

As firmas compreendem os riscos como um efeito de incerteza que se reflete nos objetivos organizacionais. Dessa maneira, toda a forma como as firmas analisam os riscos dependem das partes interessadas e o grau de aceitação para com os graus de riscos dos projetos. O PMBOK (2015, p. 311) classifica em três tópicos relacionado à atitude das firmas e das partes interessadas:

- 1) *Apetite de risco*, que é o grau de incerteza que uma entidade está disposta a aceitar, na expectativa de uma recompensa;
- 2) *Tolerância ao risco*, que é o grau, a quantidade ou o volume de risco que uma organização, ou um indivíduo está disposto a tolerar; e
- 3) *Limites de riscos*, que se refere às medidas de longo nível de incerteza ou de impacto, no qual, uma parte interessada pode ter um interesse específico. A organização aceitará o risco abaixo daquele limite. A organização não tolerará o risco acima daquele limite.

A perspectiva proativa compreende melhor o risco, já considerando a *sociedade de risco* e as boas práticas para soluções dos riscos. Nessa abordagem tudo irá depender do grau de tolerância, o apetite pelo risco e os limites dos riscos que as firmas julguem rentáveis. As empresas irão criar cálculos matemáticos, atuários, econométricos, financeiros, operacionais, entre outros, avaliando se estão ou não com pré-disposição de correr determinados riscos. Inclusive, a depender dos riscos, pode-se terceirizar, afinal, o setor de seguros ganha cada vez mais força dentro do mercado. Agora se a análise for constituída em políticas públicas pautadas no *dever*, que considere todo o ciclo de vida dos projetos, há uma quebra de paradigmas. Para Sánchez (2001, p. 159), “essa abordagem pressupõem uma visão radicalmente nova de um empreendimento industrial, que passa a ser encarado como uma forma temporária de uso do solo, que pode ser reversível e dar lugar a novos usos”. Consequentemente:

Essa perspectiva considera uma instalação industrial do ponto de vista de seu ciclo de vida, incluindo, portanto, o planejamento de um eventual fechamento, e, nesse sentido, tem um alcance muito mais amplo que as estratégias preventivas. Evidentemente, uma estratégia proativa utilizará diversas ações e instrumentos de caráter preventivo, mas seus pressupostos englobam outra concepção de planejamento, baseada no reconhecimento de que os empreendimentos têm certa duração, ou seja, seu ciclo de vida (SÁNCHEZ, 2001, p. 159).

Pensando nessas abordagens proativas, o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) buscou deixar suas contribuições no que se refere ao fechamento das minas, criando um “Guia para Planejamento do Fechamento de Mina”. Devemos reforçar, que assim como o PMBOK, esse guia visa ampliar o olhar dos profissionais da área com caráter orientativo. O escopo não consiste em questões normativas, regras gerais, mas um guia que auxiliasse ao planejamento do fechamento de mina, esse escopo varia conforme as características de cada empreendimento. Em outras palavras, isso consiste em um guia com as melhores práticas, no qual os administradores e engenheiros das empresas deve adaptá-lo, conforme a sua realidade.

As premissas e propósitos do Guia começa analisando no contexto internacional a forma como se avalia a questão mineral. Utilizando-se da declaração final da Conferência Rio+20 – Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável – conhecida como “O futuro que queremos”, reforça a importância da mineração na economia mundial moderna, sendo importantes principalmente para os países em desenvolvimento. No documento afirma que a mineração quando pautado pela ótica do desenvolvimento sustentável é possível melhorar indicadores como pobreza e desigualdades, desde que os governos sejam fortes, regulando e gerindo a indústria mineral (SÁNCHEZ, 2013; RIO+20, 2012). No seu parágrafo 228, reforça a atualidade e importância do tema.

Reconhecemos a importância de fortes e eficazes leis e normativas, políticas e práticas para o setor da mineração, que ofereçam benefícios econômicos e sociais e incluam garantias eficazes visando reduzir os impactos sociais e ambientais, bem como conservar a biodiversidade e os ecossistemas, inclusive após o fechamento das minas. Apelamos aos governos e empresas para promoverem a melhoria contínua da prestação de contas e transparência, bem como a eficácia dos mecanismos pertinentes em vigor para evitar os fluxos financeiros ilícitos a partir de atividades de mineração (RIO+20, 2012, p. 46).

O plano de fechamento em teoria é realizado por diversas empresas de mineração no Brasil e no mundo, apesar de ser bastante complexo encontrar estes documentos no Brasil. Sánchez (2015) compreende que esse plano muitas vezes visa atender alguns requisitos de determinações legais, políticas corporativas, certificações, do mercado de capitais, para que crie

mecanismos frente às incertezas destes projetos. Devemos ressaltar que um plano adequado de fechamento de mina protege diversos stakeholders, como: acionistas, governos, comunidade local, sociedade em geral, fornecedores e gerações futuras. Esse é um documento crucial, pois visa reduzir o passivo ambiental dentro da *sociedade de risco* por uma perspectiva em *devir*, no qual compreende ao menos alguns dos *efeitos colaterais latentes* da atividade por um prisma temporal de longo prazo em diversas escalas espaciais.

Sánchez (2013) destacou que as etapas de uma mina apresentam uma terminologia que pode gerar confusão, todavia, seriam cinco principais etapas a se considerar: estudo de viabilidade, implantação, operação, desativação e pós-fechamento (Figura 4.36). Para o autor, o ciclo de vida é crucial dentro do cenário de fechamento e pós fechamento, pois devemos considerar alguns cenários devido às incertezas dos empreendimentos (Figura 4.37). Algo que chama atenção é: “para efeitos de planejar o fechamento, não há necessidade de detalhar essa fase”, visto que o período de pós operação ser dividido em duas fases: desativação e pós-fechamento (SÁNCHEZ, 2013, p. 41). Nesse sentido, “[...] fechamento não é uma etapa, mas um momento que marca a completa e satisfatória implementação das medidas necessárias para assegurar que a área da mina possa ter novo uso” (SÁNCHEZ, 2013, p. 41). Logo:

Se o sentido de planejar o fechamento implica, principalmente, preparar cuidadosamente as etapas de desativação e de pós-fechamento, uma das claras concordâncias entre os especialistas no mundo acadêmico e na indústria é que o fechamento deve começar a ser pensado e planejado deste antes da abertura da mina. Não é outra orientação deste Guia (SÁNCHEZ, 2013, p. 42).

Figura 4.36 - Etapas do ciclo de vida de uma mina.

ETAPAS DA VIDA DA MINA	MARCOS	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS
Estudo de viabilidade		Inclui a exploração, estudos de previabilidade, desenvolvimento de rotas de processo e estudos de viabilidade técnica, econômica e socioambiental. A exploração tem como objetivo descrever qualitativa e quantitativamente o depósito mineral. O estudo de viabilidade é conduzido para determinar o potencial do desenvolvimento do depósito mineral e a escala de produção.
	Início da implantação	
Implantação		Esta etapa se refere às atividades de construção e de preparação da mina e da infraestrutura necessária, inclui a aquisição de terras e a execução de programas compensatórios.
	Início da produção	
Operação		Designa a etapa da produção, podendo contemplar expansões, mudanças de processo, novas atividades de pesquisa mineral e a gestão do empreendimento.
	Encerramento da produção	
Desativação		Período que tem início pouco antes do término da produção mineral (encerramento) e se conclui com a remoção de todas as instalações desnecessárias e a implantação de medidas que garantam a segurança e a estabilidade da área, incluindo a recuperação ambiental e programas sociais.
	Fechamento	
Pós-fechamento		Período após a completa implementação das medidas de desativação, no qual são executadas ações como monitoramento, manutenção, cuidados temporários ou permanentes e programas sociais, visando atingir os objetivos de fechamento.
	Transferência de custódia	
Outra atividade/outro uso		

Fonte: Sánchez (2013, p. 42).

Figura 4.37 - Etapas do ciclo de vida de uma mina e alguns cenários.

Fonte: Sánchez (2013, p. 43).

Dentro do ciclo de vida dos projetos minerários devemos ressaltar dois cenários que são bastante comuns para estes empreendimentos: suspensão temporária e fechamento prematuro. Sánchez (2013, p. 44) destacou que a “*suspensão temporária* ocorre quando, por algum motivo, a empresa decide paralisar sua produção, com expectativa de retomá-la em um futuro previsível”. Um exemplo recente, devido ao evento de rompimento de uma barragem, refere-se à mineradora Samarco S.A., que prevê seu retorno para 2020 no município de Mariana/MG. Conforme o autor, são variados os motivos para suspensão temporária, que pode ter uma natureza econômica, técnica, jurídica, logística ou mercadológica. Enquanto vigora o período de suspensão o empreendedor continua realizando o monitoramento, controle e manutenção da área.

Entretanto, o questionamento que se faz refere-se ao *dever*, afinal, pode ser mais compensador para o empreendedor ficar realizando atividades corretivas e até reativas. Sem perspectivas de retorno real, uma estratégia consiste em postergar o custoso processo de *desengenharia*, dado há inação do Estado. Podem protelar com tamanha intensidade a ponto de cair no esquecimento, alegando suspensão temporária, do qual a sociedade desconhece por completo os trabalhos executados na mina, que podem até apresentar um estado de abandono, ampliando os efeitos colaterais latentes.

O cenário referente ao *fechamento prematuro* refere-se aos empreendimentos que a produção é encerrada antes do programado. Basicamente, isso consiste em afirmar que a empresa não tem mais interesse na mina, pois a próxima etapa consiste na sua desativação. Sánchez (2013, p. 44) destacou que “o fechamento prematuro é muito frequente na mineração”, por ser tratar de uma atividade de risco, pode apresentar motivos diversos. Conforme observado, a mina torna-se economicamente inviável em termos financeiros, devido ao aumento dos níveis materiais e energéticos necessários para se realizar a extração. Todavia, ainda há minério, que devido ao ponto de equilíbrio financeiro, torna-se inviável sua exploração. Questiona-se que dentro de uma perspectiva totalmente econômica se há mecanismos de controle com relação à boa-fé dos empreendedores. Aparentemente, torna-se financeiramente viável alegar uma suspensão temporária, com temporalidades incertas, até um momento que a empresa possa nem mais existir.

Nesse cenário, os municípios nem lembraram o que foi a CFEM, o Estado não terá implementado mecanismos de comando e controle, como um fundo soberano, e todo o passivo ambiental recairá à sociedade. Apesar desse cenário, não se deve desconsiderar que a literatura apresenta que no período pós-fechamento existem duas ações de monitoramento e controle

importantes, sendo o cuidado permanente⁶⁵ e o cuidado temporário ou transitório⁶⁶. A primeira abordagem apresenta um cuidado ativo por parte do empreendedor, enquanto na segunda um cuidado passivo. Em ambos os casos requer a presença da empresa, no entanto, se o Estado se manter inerte ao tempo e espaço, esta poderá nem mais existir, recaindo todo o passivo para a sociedade.

Observamos que dentro da *sociedade de risco* a *desengenharia* é um ferramental poderoso. Pensado no plano de fechamento de minas, existem boas práticas, essas práticas devem ser potencializadas e divulgadas. Existe toda uma literatura que compreende se a mineração é uma dádiva ou maldição, pois a mão invisível do mercado visivelmente não funciona quando o assunto são recursos naturais exauríveis. Há inclusive soluções para o tratamento da doença holandesa⁶⁷ que parte essencialmente da reordenação do Estado para que se evite trocas economicamente e ecologicamente desiguais dentro do mercado globalizado. A sociedade pode empobrecer e não enriquecer, mesmo abundantes em preciosidades minerais, caso optarem por não restringir a *capacidade de suporte*, ampliando o nível de consumo e poluição em que os fluxos de estoque e fundos de serviços são esgotados e contaminados, afetando, desse modo, todo o mundo. Todavia, não é devido à dificuldade de soluções simples, por depender não unicamente de um governo, mas de uma postura global entre os países, para que a maldição dos recursos possa ser superada, tornado uma dádiva aos povos.

Stiglitz (2005) destacou ainda que conforme a extração dos recursos naturais se intensifica, invariavelmente o país perde riquezas, a menos que os recursos gerados sejam investidos no desenvolvimento do país. Em outras palavras, o autor considera que a extração

⁶⁵“Cuidado permanente, quando se requer a presença da empresa para executar as ações necessárias para se atingir os objetivos de fechamento e que podem perdurar por vários anos, sendo a situação mais citada à operação de sistemas de tratamento de águas ácidas provenientes de pilhas, barragens e lagos de cavas. Este cenário também é conhecido como de cuidado ativo” (SÁNCHEZ, 2013, p. 46).

⁶⁶“Cuidado temporário ou transitório, quando as ações necessárias se restringem a tarefas como inspeções, monitoramento ambiental e geotécnico, serviços de reparação de sistemas de drenagem, de manutenção de áreas revegetadas e outros, e podem ser inteiramente conduzidos durante a etapa pós-fechamento. Este cenário usualmente requer ações episódicas ou poucas visitas à área, mas pode requerer vigilância contínua. Os sistemas conhecidos como de “tratamento passivo” – a exemplo de alagados para controle de drenagem ácida e de atenuação natural, barreiras reativas e outras medidas de remediação de áreas contaminadas são muitas vezes denominadas de cuidado passivo” (SÁNCHEZ, 2013, p. 46).

⁶⁷“A doença holandesa é um problema antigo, essencial para a compreensão do desenvolvimento e do subdesenvolvimento, mas só foi identificada nos anos 1960, nos Países Baixos, onde a descoberta e exportação de gás natural apreciou a taxa de câmbio e ameaçou destruir toda a indústria manufatureira do país. A doença holandesa é a crônica sobre apreciação da taxa de câmbio de um país causada pela exploração de recursos abundantes e baratos, cuja produção e exportação são compatíveis com uma taxa de câmbio claramente mais apreciada do que a taxa de câmbio, essa taxa de câmbio a torna competitiva internacionalmente para com as demais empresas de bens comercializáveis que usam a tecnologia mais moderna existente no mundo. É um fenômeno estrutural que cria obstáculos à industrialização ou, se tiver sido neutralizada e o país se industrializou, mas, depois, deixou de sê-lo, provoca desindustrialização” (BRESSER-PEREIRA; MARCONI; OREIRO, 2016, p. 1-3).

por si mesma torna o país mais pobre e que dependerá dos atores políticos e econômicos para escapar dessa maldição. Um país rico em recursos minerais só irá se tornar rico de fato quando o Estado atuar para que haja um *efeito transbordamento* em todos os elementos espaciais, logo um Estado forte é mais que necessário. Não é por acaso que no relatório da Rio+20 faz um apelo tão forte para a melhoria contínua do governo e também das empresas.

Em todos os casos, fica claro a importância do Estado para as firmas, no qual Sánchez (2013) apresenta sete diretrizes importantes, sendo:

- 1) O planejamento do fechamento deve começar desde a concepção do projeto de uma nova mina;
- 2) A empresa deve planejar o fechamento de minas em atividade;
- 3) O planejamento do fechamento deve envolver as partes interessadas externas e internas;
- 4) Os resultados do planejamento devem ser registrados em planos de fechamento e outros documentos correlatos;
- 5) A empresa deve estimar todos os custos associados ao fechamento de uma mina;
- 6) A empresa deve acompanhar o desenvolvimento socioeconômico local;
- 7) O plano de fechamento deve ser atualizado sempre que houver modificações substanciais no projeto da mina ou nas condições do entorno.

O presente trabalho não tem como escopo entrar em cada um dos tópicos, afinal, todas as diretrizes já são muito bem abordadas no trabalho do autor. No entanto, buscamos compreender a existência de práticas que auxiliam a sociedade na busca de um posicionamento pautado no *dever*. Todas essas diretrizes, nesse sentido vão de encontro com tudo que está sendo abordado ao longo do trabalho, sendo que para ocasionar o *efeito transbordamento*, entendemos que se torna fundamental o Estado e as firmas escutarem a todos, independentemente do nível de poder e interesse dos *stakeholders*. Apenas pelo processo de supressão, acumulação e superposição que liga todos os elementos espaciais que torna se possível resolver determinadas questões tão complexas. Se não for assim, devemos apenas retornar ao questionamento: que acontece quando nada acontece?

Por fim, para criar movimento a indagação acima do exposto, buscará de forma resumida apresentar como pode ser possível por meio de instrumentos e políticas criar um cenário para ação de desativação de empreendimentos industriais. Sánchez (2001) compreende que a gestão de sítios e solos contaminados são referências constantes para o problema, carecendo de maior sistematização de procedimentos ou legislação. Percebemos que “a mera proibição legal não se tem mostrado muito eficaz, principalmente quando o Estado é desaparelhado para fazer cumprir a lei” (SÁNCHEZ, 2001, p. 166).

Dessa forma, buscando criar um cenário de luz para a questão, Sánchez (2001) propõe cinco diretrizes que devem ser utilizadas como instrumentos para a desativação de empreendimentos industriais, sendo: diretrizes governamentais, normas técnicas, garantias financeiras, contabilização do passivo ambiental e seguro ambiental.

As *diretrizes governamentais* apresentam instrumentos de caráter normativo, que são aqueles que trabalham no sentido de leis e regulamentos governamentais. Cabe aos agentes privados transformar em prática as ações, visto que as instituições do Estado ficam incumbidos em regular, licenciar e fiscalizar. Importante destacar alguns exemplos, como: responsabilização dos poluidores por danos ambientais; disposição específicas sobre desativação; apresentação de um plano de fechamento; exigência de garantias financeiras; padrões de qualidade. Assim existe uma experiência acumulada quanto ao tema, a Figura 4.38 pretende sintetizar os procedimentos para diretrizes governamentais, inspirado inclusive no setor mineral, que já há bastante vivência em desativação em relação ao mundo (SÁNCHEZ, 2001).

Figura 4.38 - Procedimento para o planejamento da desativação de um empreendimento industrial.

Fonte: Adaptado de Sánchez (2001, p. 249).

As *normas técnicas* geralmente são atreladas as diretrizes governamentais, no qual podem ser elaboradas por meio de consultas aos setores interessados. Todavia, “o termo norma técnica será empregado aqui para designar as especificações de procedimentos emanadas de organismos nacionais ou internacionais” (SÁNCHEZ, 2001, p. 174). Dois exemplos bastante conhecidos são a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Organização Internacional de Normatização (ISO).

Uma das notas técnicas muito importante para as empresas do setor mineral são as séries ISO 9000 e 14000, além da ISO 45001 (antiga OHSAS 18001) e ISO 50001, desconsiderando

a ISO 15000. A série ISO 9000 são um grupo de normas técnicas que estabelecem um padrão de qualidade, ou seja, compõem um sistema de gestão da qualidade, visto que os certificados mais famosos são: ISO 9001- trata de orientações sobre a qualidade dos projetos; ISO 9.004 - se refere a diretrizes para o sucesso dos negócios; e ISO 19011, que tem diretrizes para auditorias em sistema de gestão. A ISO 45001 refere-se às normas internacionais para gestão de segurança e saúde ocupacional. Já a ISO 50.001 está relacionada com a gestão e conservação de energia. Por fim, a mais relevante para o presente trabalho, refere-se à série ISO 14000, estabelece as diretrizes sobre a gestão ambiental das empresas.

Em suma, o sistema ISO 14000 parte do gerenciamento ambiental dividido em três seções: planejamento, implementação e avaliação de objetivos. Contudo, Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 663) destacam que para a obtenção deste certificado alguns requisitos são necessários:

- 1) Compromisso da alta gerência com a administração ambiental;
- 2) Desenvolvimento e comunicação de uma política ambiental;
- 3) Estabelecimento de requerimentos que sejam relevantes do ponto de vista legal e regulador;
- 4) Estabelecimento de objetivos e metas ambientais;
- 5) Estabelecimento e atualização de um programa ambiental específico ou programas pensados para atingir os objetivos e metas;
- 6) Implementação de sistemas de apoio como treinamento, controle operacional e planejamento de emergência;
- 7) Monitoramento e medidas frequentes de todas as atividades operacionais;
- 8) Procedimento para auditoria completa a fim de rever o funcionamento e a adequação do sistema.

Destarte, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 663) o grupo de padrões ISO 14000 pode ser sintetizado nas seguintes áreas:

- 1) Sistemas de gerenciamento ambiental (14001, 14002, 14004);
- 2) Auditoria ambiental (14010, 14011, 14012);
- 3) Avaliação de desempenho ambiental (14031);
- 4) Rotulação ambiental (14020, 14021, 14022, 14023, 14024, 14025);
- 5) Avaliação do ciclo de vida (14040, 14041, 14042, 14043).

As *garantias financeiras* são estratégias que, a nosso ver, são fundamentais quando se pensa na questão mineral pelo prisma do *devoir*. Basicamente, exige das firmas depósito bancário ou outra forma de garantia financeira, afinal, devido às degradações ambientais inerentes aos projetos, há a necessidade de recursos para garantir que no caso de ausência da firma, o Estado tenha recursos para assumir, pois, no fim das contas são corresponsáveis. Para Sánchez (2001, p. 177), “a recuperação de áreas degradadas pela mineração vem sendo objeto de regulamentações desde pelo menos a década de 1980”.

Diversas leis são adotadas para que as empresas apresentem garantias financeiras para executar os programas de recuperação ambiental. Não apenas estes programas devem ser contemplados dentro das garantias financeiras, apenas recuperar áreas degradadas não é uma solução que contempla a totalidade. Desse modo, observamos a necessidade de fundos para projetos de *desengenharia*, como os planos de fechamento de mina, que precisam pensar o território após a mineração. Existem diversos casos no Brasil que após o fim das atividades minerais, e mesmo aqueles que ainda estão em execução, pouco agregou aos territórios locais. Houve o crescimento econômico, pois os lucros e dividendos foram ou estão sendo repartidos. Todavia, muitos municípios de base mineral não se observa o desenvolvimento local, demonstrando que foram apenas espoliados, apresentando economias de enclave.

É importante destacar que a legislação brasileira permite esta ação, pois conforme a Lei 6.938/81, art. 14, afirma que sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental. Nesse sentido, a União e os Estados podem legislar sobre seguros, para que se garanta a qualidade ambiental, pois é uma responsabilidade do empreendedor a sua execução, independentemente de culpa (SÁNCHEZ, 2001).

Sánchez (2001, p. 185) ressalta ainda que esse princípio vem sendo muito difundido, afinal, “[...] ele nada mais é que um desdobramento do princípio do poluidor pagador, neste caso melhor caracterizado se chamado de degradador-pagador”. O autor lembra também que “no Brasil não há a exigência de garantias financeiras, com exceção de algumas leis municipais, mas que somente se aplicam à extração de materiais de uso imediato na construção civil” (SÁNCHEZ, 2001, p. 185).

Por este motivo, este é um tópico de fundamental importância, dado a necessidade de se avançar na construção de instrumentos garantidores de uma sociedade que não arque com estes passivos ambientais e estruturais (*rugosidades espaciais*) e os passivos do sofrimento social.

A *contabilização do passivo ambiental* vem se tornando uma ferramenta de suma importância durante as últimas décadas. Até mesmo as garantias financeiras são relacionadas com a base de cálculo dos custos para se recuperar um determinado passivo ambiental. O mercado também enxerga com bons olhos as empresas que tem responsabilidade socioambiental, nesse caso essas empresas apresentam melhores resultados nas bolsas de valores. Quando o tema envolve transações monetárias, como aquisições e fusões, torna-se um

ferramental determinante dentro das metodologias de avaliação de empresas⁶⁸ e seu valor econômico agregado⁶⁹.

Para Sánchez (2001, p. 189) “ao comprador interessa saber a totalidade dos passivos de uma empresa que está sendo adquirida – passivos financeiros, trabalhistas, ambientais –, pois seu valor deve ser descontado do preço da empresa”. Um exemplo importante de um dos grandes acidentes ocasionados com barragem é a operação da Vale S.A. em Brumadinho, Minas Gerais, que foi uma aquisição da empresa Ferteco S.A. A Vale S.A. ao comprar a Ferteco S.A. assumiu o risco, em sua totalidade, pois devemos questionar se na avaliação da empresa este passivo estava plenamente mensurado. Isto posto, “a contabilização ambiental tem-se tornado, assim, uma exigência do próprio mercado (SÁNCHEZ, 2001, p. 189).

O *seguro ambiental* contempla o princípio da responsabilidade solidária e/ou princípio da responsabilidade objetiva. O seguro ambiental é uma opção para as firmas em relação a possíveis danos ambientais, visto que o assegurado por meio de sua apólice garante recursos para perdas ou danos ecológicos. O mercado de seguros vem se desenvolvendo exponencialmente no mundo, tornando uma estratégia de contingência para diversas firmas. Existem diversos tipos de seguros e apólices, que variam conforme a abrangência e amplitude. Além de oferecer um apoio financeiro, o seguro ambiental tem a vantagem de obrigar as firmas a seguirem determinados procedimentos técnicos e gerenciais. Basicamente consiste em garantir as firmas proteção contra possíveis prejuízos gerados por danos ambientais e não representa uma carta-branca para poluir, pois, as firmas precisam comprovar no seu dia a dia com as obrigações ambientais.

O projeto de lei 2.313/2003 buscou tornar obrigatório o seguro ambiental para projetos de licenciamento que causem impacto ao meio ambiente. Logo, implementa o seguro de responsabilidade civil do poluidor, pessoa física ou jurídica que exerça atividade econômica potencialmente causadora de degradação ambiental. Esse projeto vai ao encontro com o abordado por Sánchez (2001, p. 192). Há tempos ocorre um debate para a exigência de seguro obrigatório para projetos de elevado risco, apesar de que as empresas do setor se demonstram contrários, pois “[...] isso poderia incentivar a negligência dos poluidores e algumas companhias de seguros poderiam sair do mercado devido os altos riscos”. Entretanto, as empresas de seguro

⁶⁸ Existem diversas metodologias de avaliação de empresas, nos quais a mais conhecidas são: metodologia de valor contábil; metodologia do valor patrimonial de mercado; metodologia do valor de liquidação; metodologia de preço/lucro; metodologia de capitalização dos lucros; metodologia dos múltiplos de faturamento; metodologia dos múltiplos de lucros; metodologia dos fluxos de caixa descontados; metodologia do valor presente líquido; metodologia das opções reais; e metodologia do TIR e *payback*.

⁶⁹ Existem diversas metodologias de avaliação de empresas, nos quais a mais conhecidas são: valor econômico agregado (EVA®); custo médio ponderado (CMPC); e valor de mercado agregado (MVA®).

passaram por diversas reformulações estratégicas com o passar do tempo, com o objetivo claro de maximização de riqueza, estas podem até intensificarem as exigências para com as firmas relapsas para com o ambiente natural.

Resumidamente, os instrumentos – diretrizes governamentais, normas técnicas, garantias financeiras, contabilização do passivo ambiental e seguro ambiental – para desativação de empreendimentos industriais podem ser resumidos conforme abaixo:

Esses diferentes instrumentos são complementares. Justamente com políticas públicas explícitas e compromissos empresariais firmes, constituem uma caixa de ferramentas que, se convenientemente utilizadas, podem prevenir a formação de passivos ambientais ao encerrar-se uma atividade industrial. Conjugadas as ferramentas de planejamento de projeto (como a avaliação de impacto ambiental) e de gerenciamento (como os sistemas de gestão ambiental), eles permitem que os empreendimentos industriais sejam planejados, implantados, operados e desativados minimizando-se os impactos ambientais. Como toda ferramenta, contudo, a qualidade do resultado depende de quem a utiliza e da forma como ela é empregada (SÁNCHEZ, 2001, p. 193).

Devemos reforçar as boas práticas no encerramento de disposição de estruturas de disposição de rejeitos, do qual devemos lembrar que o planejamento do fechamento de mina deve ocorrer na fase inicial do projeto, antes mesmo da sua operação. Deve sempre considerar os aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos, de forma progressiva. Ao considerar o ciclo de vida fica evidente que no caso da mineração deve ser planejado para fechar, dado o esgotamento da mina, ou seja, planejar o fechamento de mina de forma progressiva (Figura 4.39). Quando se pensa nas estruturas de disposição de rejeitos, esta ocorre em paralelo com as atividades de fechamento de mina. Os encerramentos dessas estruturas ocorrem com a confirmação de que a estrutura já alcançou sua vida útil e/ou não são mais necessárias para a operação da mina (Figura 4.40). Outro ponto importante é o programa de fechamento (Figura 4.41), esse programa busca de forma integrada garantir que o projeto contemple ações para o encerramento. Este programa consiste em um conjunto de atividades multidisciplinares para que se possa avaliar as soluções para cada etapa do programa (IBRAM, 2019).

Figura 4.39 - Conceito de fechamento de mina (progressivo).

Fonte: IBRAM (2019, p. 107).

Figura 4.40 - Fases do ciclo de vida de uma mina e de uma estrutura de disposição de rejeitos.

Fonte: IBRAM (2019, p. 108).

Figura 4.41 - Etapas de um programa de encerramento de estruturas de disposição de rejeitos.

Fonte: IBRAM (2019, p. 108).

É importante destacar o papel e as responsabilidades do empreendedor nessa fase, sendo necessário equipes próprias, projetistas, engenheiro de registros (EdR), fiscalização e revisores independentes. Logo, todo o projeto deve ser *projetado para fechar* ou mesmo *operar para fechar*, devendo ser incorporados conceitos e práticas em todas as etapas de engenharia e operação. Os aspectos de gestão mais importantes para este momento são: gestão da informação, gestão de mudança, análise e gestão de riscos. Não se deve esquecer que os recursos para essa etapa devem ser provisionados, ficando bem claro nos balanços e demonstrações contábeis (IBRAM, 2019).

Por fim, observamos um elevado nível de incertezas no plano de fechamento de minas, por diversos elementos que evoluem dentro de um tempo histórico (social, ambiental e técnico). Para mais informações sobre as formas e procedimentos utilizados nos principais guias de boas práticas, bem como seus níveis de incerteza, sugerimos o trabalho de Neri (2013). Para o nosso estudo de caso, o Projeto Salobo, a Sete (2018, p. 370) destacaram as principais normas e referências técnicas utilizadas em seu plano de fechamento de mina, vejamos:

- 1) Normas Regulamentadoras da Mineração, estabelecidas pela Portaria DNPM nº 237/2001, em especial: i) o NRM nº 20, que disciplina os procedimentos administrativos e operacionais em caso de fechamento de mina (cessação definitiva das operações mineiras), suspensão (cessação temporária) e retomada de operações mineira; ii) NRM nº 21 – Relacionada à reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas.
- 2) Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina, 2013 – IBRAM;
- 3) Guia de Diretrizes da *Global Reporting Initiative* - versão g3.

4) Kit de Ferramentas do *International Council on Mining & Metals* - ICM - 2008;

5. APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO AO PROJETO SALOBO: DA TOTALIDADE AO LOCAL

Essa seção apresenta os resultados da pesquisa a partir da estrutura teórica, conceitual e metodológica que foram apresentadas ao longo da tese. Da síntese desse conjunto de áreas, trabalhamos com conceitos, noções e categorias da economia, ecologia, sociologia, engenharia, direito, geografia, administração, física, biologia, entre outros, constituindo a base do instrumental proposto apresentado no modelo teórico da Figura 3.16. Esse modelo é uma provocação teórica, dentro de um esforço de modo a sintetizar em uma imagem, que compreenda tanto do espaço geográfico como o tempo histórico, carecendo, ainda, de uma análise empírica, da totalidade ao local. Nesse sentido, partimos de um modelo conceitual para a realidade, pautado na teoria substantiva.

Com vistas de um estudo empírico ao modelo teórico, foi escolhido um objeto espacial relacionado à questão mineral, sendo a barragem de rejeito do Projeto Salobo/PA. A mineração apresenta todas as características necessárias para a modelagem teórica, buscando uma interação entre a geografia humana e a economia ecológica, considerando formas para se alcançar o *efeito transbordamento*. Sabemos que a mineração faz uso de matéria e de energia ao longo do seu processo produtivo, isso, dentro dos *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*. Portanto, devemos entender a distribuição e abundância (produção, consumo, circulação e distribuição) e suas relações espaciais e temporais, considerando com isso, todos os elementos espaciais que a modifica, e a importância do Estado e suas instituições para minimização dos riscos e vulnerabilidades do empreendimento.

Posto isso, consideramos que os elementos espaciais devem ser analisados por meio da compreensão da *estrutura, processo, função e forma*, havendo limites do Estado, dos direitos humanos e dos recursos que interferem no seu funcionamento. Adicionando os pilares da economia ecológica (*distribuição justa, escala sustentável e alocação eficiente*), temos o início do processo que diz respeito ao *efeito de transbordamento*. Esse efeito é um pensamento inverso do *efeito derrame*, e busca reorganizar a relação do Estado e as suas instituições com os demais elementos espaciais.

Ao pensar na mineração, a mina a ser estudada refere-se à segunda maior mineradora do mundo, Vale S.A. Há uma relação de promiscuidade entre o Estado e a firma caminhando para o clientelismo, conforme verificado ao longo do trabalho. Esse é o fato gerador do *efeito derrame*, por isso, torna-se necessário uma quebra de paradigmas dos modelos hegemônicos, de modo a buscar uma adoção de modelos que desempenhe o *efeito transbordamento* que são pautados no *devir*.

Na sociedade moderna atual, as firmas têm uma inegável representatividade e capacidade de modificação espacial e temporal, com uma força desproporcional de poder e de capital, sendo que apenas o Estado pode equilibrar essa relação, buscando o equilíbrio entre a sociedade e o ambiente natural. Para Nexø (2017), as firmas são mais poderosas que o Estado, sendo que em 2015, das 100 maiores receitas mundiais, 69 foram de empresas e 31 de governos. Nesse levantamento feito pela ONG Justiça Global apresenta a Walmart como recebedora de mais recursos em 2015 do que 90 % dos países, com uma receita de US\$ 482 bilhões.

A Vale S.A., em 2018, mesmo depois do ocorrido com a barragem de fundão, da Samarco S.A., teve o melhor resultado financeiro dos últimos anos, com um valor de mercado de cerca R\$300 bilhões, virando a vice-líder da Bolsa de Valores brasileira (BM&FBovespa). Após o rompimento da barragem o valor de mercado da empresa perde 73 bilhões de reais, sendo que no dia 25 de janeiro de 2020 o valor já estava em 287,8 bilhões, bem próximo ao montante de 2018. No último pregão, antes do crime corporativo, em 2019, em Brumadinho/MG, as ações da Vale estavam cotadas em R\$56,15, caindo dias depois para R\$42,29, com uma perda de, aproximadamente R\$73 bilhões em valor de mercado (VALOR ECONÔMICO, 2019). Um ano depois, semanas antes do rompimento da barragem da Vale, a cotação dos papéis da empresa estava em R\$53,80, no dia 24/01/2020, um dia antes do aniversário rompimento da barragem em Brumadinho/MG.

Percebemos, portanto, que no Brasil o crime compensa para aqueles que detêm poder e capital, pois há crimes sem castigo. O próprio mercado parece não se preocupar com as perdas da sociedade e os danos ao ambiente natural, pois em menos de um ano o valor de mercado da empresa está bem próximo aos recordes históricos, com alta tendência de alavancagem para os próximos anos. Parte desse otimismo se resume as ações políticas, em um nítido processo relacionado ao *efeito derrame*, constituindo ao final, problemas graves nos ordenamentos democráticos. Com o “coração de garimpeiro” a Presidência da República lança aos acionistas e pessoas comuns sinais nítidos de que tudo será permitido, deslocando uma massa de miseráveis a uma fantasia de progresso, com elevado desperdício de natureza.

As Firms no modelo estão em um lugar de destaque, com o cuidado de não apresentar a empresa-sujeito ao território-objeto e sim o território-sujeito a empresa-objeto. Nesse sentido, as empresas constituem uma força elevada para ação humana, dentro da *ordem técnica, jurídica e simbólica*. Ressaltamos que o Estado, como interventor a favor da sociedade e do ambiente natural, tem uma obrigação de aplicação e estruturação dos pilares da economia ecológica, considerando os diversos limites (instituições, recursos e direitos humanos), para ações norteadoras das firmas.

Logo, é o Estado que norteia os *sistemas de ações* e os *sistemas de objetos* das firmas, e conseqüentemente, altera a ação humana. A ação humana vem caminhando pela visão ética de curto prazo, do qual, defendemos que a melhor performance deve ser a visão ética de longo prazo. Apenas dentro dessa visão, é possível compreender e minimizar a sociedade de risco, com ações como a *desengenharia*, de modo a mitigar os passivos ambientais, e, porque não, os passivos do sofrimento social.

Destarte, a estrutura desse capítulo compreende em cinco subcapítulos, buscando validar o modelo de forma empírica, sendo:

1) Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma (5.1): esse momento buscará apresentar dentro dos estudos contratados pela empresa, sua *estrutura, processo, função, forma* e suas relações com o *ambiente natural*. Apresenta o histórico do território, da empresa, do projeto, da atuação da empresa no território, e algumas influências socioambientais do empreendimento na região, considerando também o plano de fechamento da mina.

2) Histórico e características da barragem de rejeitos nos estudos para a firma (5.2): o objetivo desse subcapítulo é avaliar o objeto a ser estudado, a barragem de rejeito, uma infraestrutura dentro dos elementos espaciais, que sem o devido tratamento, torna-se uma rugosidade espacial. Inicialmente apresentamos as etapas de alteamento do projeto, os estudos técnicos e carta de riscos. Posteriormente, demonstramos como a barragem se enquadra na legislação com relação ao seu Dano Potencial Associado (DPA) e Categoria de Risco (CRI) e suas respectivas pontuações, além de programas de monitoramento e controle. Ao final, apresentamos o *Dam Break* da barragem, que realiza a simulação do rompimento da barragem e sua mancha de inundação.

3) As firmas e suas instituições: resultados a partir das observações em campo (5.3): nessa seção será apresentada a visão da firma com relação aos demais elementos espaciais e sua atuação no metabolismo social. Por não conseguirmos entrevistar nenhum membro da empresa,

optamos por fazer uma análise da produção, do mercado, da situação financeira e do discurso da empresa, valendo-se dos mitos do desengajamento moral. Após essa análise, apresentamos a visão de dois funcionários do IBRAM, sendo essa instituição de apoio a mineradora, torna-se importante verificar a visão pessoal dos profissionais, buscando ligações com modelo proposto.

4) O Estado e suas instituições: resultados a partir das observações em campo (5.4): o Estado é central para que ocorra o *efeito transbordamento*, sendo necessário investigar em todos os seus níveis de atuação. Os três poderes foram considerados (legislativo, judiciário e executivo), compreendendo como os servidores interpretam a questão mineral, seus dilemas e desafios. No poder legislativo e judiciário optamos por focar apenas na esfera federal. No poder legislativo entrevistamos dois servidores que trabalham no Senado Federal (Consultores Legislativos), sendo um da área do meio ambiente e outro da área de minas e energia. No poder judiciário entrevistamos um Juiz Federal e um Promotor de Justiça (MPF). E no executivo foi analisado as três esferas (federal, estadual e municipal), auxiliando na compreensão das dificuldades das instituições e identificando espaços de aprimoramento. Desse modo, as instituições estudadas no âmbito federal foram o IBAMA e ANM, na esfera estadual a SEMAS e o SEDEME, e no espaço municipal, o SEMMA, SICOM e Defesa Civil.

5) A sociedade e seus movimentos sociais: resultados a partir das observações em campo (5.5): a sociedade e os movimentos sociais estão compreendidos no espaço banal, sendo esse a prioridade da pesquisa. Como suas vozes estão sendo silenciadas dentro de um modelo em que o capital passa por cima de tudo e todos, torna-se fundamental compreender a visão daqueles que convivem diariamente com o tema, por estarem no território e haver diversos conflitos com o setor mineral. Foram entrevistados lideranças e representantes dos povos indígenas e militantes de dois movimentos sociais, sendo: povo indígena do Xikrin do Cateté, Movimento pelos Atingidos por Barragens (MAB), e o Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM).

Assim, esperamos que o resultado desses cinco subcapítulos possa demonstrar o modelo teórico proposto como sendo aplicável de forma empírica, auxiliando na construção lógica, e isso constitui um modelo realístico da teoria substantiva. Desse modo, podemos ilustrar a distribuição estrutural da pesquisa de campo na Figura 5.1.

Figura 5.1 - Estrutura da pesquisa de campo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os profissionais entrevistados apresentaram opiniões, que não deve ser confundida com a visão da instituição. Logo, todo o relato se baseia na experiência do entrevistado e não significa que é a posição da instituição quanto ao tema. De modo a preservar o anonimato e sigilo, a pesquisa não apresentará nomes, funções, formações, experiências e questões socioeconômicas dos participantes, que foram suprimidas, se concentrando apenas nas informações centrais que possam validar, ou não, o modelo proposto.

A pesquisa não buscou fazer distinção de gênero (masculino e feminino), não atribuindo esse formato ao longo do texto. Entrevistado, juiz, promotor, servidor público, funcionário, gestor, militante, entre outras funções exercidas pelas pessoas, podem ser tanto do sexo masculino como do feminino. Será muito utilizado durante o texto o substantivo “entrevistado” que devem ser compreendidos para ambos os sexos. Para garantir o sigilo será utilizado um sistema de codificação, sendo: LE0X (Poder Legislativo); JU0X (Poder Judiciário); EF0X (Poder Executivo Federal); EE0X (Poder Executivo Estadual); EM0X (Poder Executivo

Municipal); FIOX (Firmas e suas Instituições); SOOX (Sociedade). Erros e omissões são de total responsabilidade do pesquisador.

5.1. HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO NOS ESTUDOS PARA A FIRMA: ESTRUTURA, PROCESSO, FUNÇÃO E FORMA, E O AMBIENTE NATURAL.

A evolução da ocupação do território é abordada pela Golders Associate (2004), essa associação distinguiu três etapas que marcam o desenvolvimento econômico e social da região. Na primeira fase, tratada como o processo histórico tradicional, vemos que a partir do século XVII dá-se início a ocupação da região amazônica brasileira. O rio Tocantins era a principal via de acesso, sendo que “por ele navegava os paulistas que, vindos do centro, desbravaram o interior na busca de indígenas, os encarregados da administração colonial, seguidos por religiosos”, como os jesuítas, que buscavam colonizar e pacificar os índios na tentativa de uniformização cultural (GOLDERS ASSOCIATE, 2004, p. 9). Nesse processo, a estrutura utilizada foi a fundação de Belém, em 12 de janeiro de 1616, com o objetivo de fixação dos brancos nos territórios habitados por povos indígenas.

Provavelmente, entre meados do século XVIII e princípio do século XIX, chegaram ao rio Catete, afluente do Itacaiúnas, os índios Kayapó que após várias subdivisões internas, deram origem aos Xicrin. A chegada dos Kayapó foi significativa em relação à movimentação na área. As sucessivas subdivisões pela qual o grupo passou, apontam uma disputa de território, situação de conflito agravada a partir de meados do século XIX, quando a região passou a ser habitada por ondas de migrantes nordestinos, em busca de seringais (GOLDERS ASSOCIATE, 2004, p. 9).

Essa primeira fase foi até meados da metade do século XIX, período que a economia era basicamente pela exploração dos recursos florestais, como madeira, plantas medicinais, corantes para tecidos, cravo, canela, entre outros. A segunda fase, intitulada o ciclo da borracha e as descobertas das jazidas minerais, deu impulso a ocupação do território na segunda metade do século XIX. No auge da borracha, período de 1890 a 1910, esse produto tornou-se responsável por 40% das exportações brasileiras, devido à necessidade dessa matéria-prima na expansão industrial da Europa e os Estados Unidos, relacionada à invenção dos pneumáticos. Foi nesse momento que ocorre a fundação de Marabá (1889), com forte aumento populacional.

A primeira riqueza encontrada em Marabá, foi o caucho⁷⁰, na busca de campos para pastagem de rebanhos observaram sua abundância na região do Tocantins, Araguaia e Itacaiúnas. Em 1913, a produção de borracha colapsa no Brasil, que entra em crise, não contribuindo para o desenvolvimento regional (acumulação de capital regional). Isso implicou na redução de produção de alimentos e criou enclaves econômicos, provocando um vazio na economia regional, que só voltou a melhorar apenas na Segunda Guerra Mundial. De modo a buscar alternativas, no ano de 1927, Marabá assume uma posição de destaque nas exportações de castanha-do-pará. No ano de 1937 há um aumento populacional devido ao garimpo de diamantes, visto que na década de 1960 se observa o potencial mineral da província de Carajás (GOLDERS ASSOCIATE, 2004).

A terceira fase tem início as ações governamentais de desenvolvimento da região, com a introdução e consolidação das atividades minerárias. Ações como o ponto de metas do governo JK cria um ponto de inflexão baseados em diretrizes de integração nacional. As políticas públicas federais na década de 1970, foram voltadas para o desenvolvimento da Amazônia Oriental, que impulsionou diversos programas e projetos na região, visando o aproveitamento dos recursos naturais (minerais e florestais). A Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) por meio da sua subsidiária Rio Doce Geologia e Mineração (DOCEGEO), realizou a exploração geofísica, geoquímica e as primeiras sondagens da região que consiste no Projeto Salobo. Em 1977, ocorre a descoberta a jazida de Salobo, localizada à 77 km ao noroeste da Mina de Ferro da Serra dos Carajás/PA. É importante destacar que essa empresa tem um impacto social e territorial forte, prestando-se ao papel de indutora (âncora) do desenvolvimento econômico e social. Os primeiros resultados obtidos dessa etapa da pesquisa de prospecção estimaram que houvesse cerca de 1.2 bilhões de toneladas de minério sulfatado de cobre, tornando o projeto viável tecnicamente e financeiramente. Entre 1985 a 1988 foram identificados os deletérios no concentrado e inicia-se o projeto-piloto. O projeto-piloto da Usina de Salobo tinha a capacidade nominal de 60 toneladas/dia, do qual foi possível a emissão do documento Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico Final, que foi a base para a elaboração do EIA/RIMA do Projeto Salobo (CVRD, 1990; JAAKKO POYRY, 1995; GOLDER ASSOCIATES, 2006a; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

⁷⁰“Planta amazônica pertencente à Mata de Terra Firme e, como a Seringueira, também é produtora de goma elástica, mas seu látex não apresenta as mesmas qualidades do produzido pelo gênero *Hevea* (seringueira) e precisa ser misturado ao desta”. Disponível em: <https://www.dicionarioinformal.com.br/significado/caucho/12999/>. Acesso, 12 de dez, 2020.

Entre 1989 e 1992, devido a diversas características do minério, a CVRD buscou reavaliações do empreendimento, buscando possíveis sócios ao negócio. No ano de 1993 foi assinado com a Anglo American Brasil Ltda (Mineração Morro Velho) um acordo de participação societária formando a Salobo Metais Ltda⁷¹, que também tem participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Nessa nova etapa dá início a novos estudos de viabilidade, com diversas atividades, buscando realizar sondagens geológicas, possibilitando um expressivo ganho de conhecimento das características do corpo mineral de Salobo. Com isso há a constatação da necessidade de ampliação da escala de produção para aumentar a atratividade do empreendimento. Em 1995 são realizados estudos de viabilidade e verticalização do projeto. Percebemos que a capacidade produtiva necessitava se elevar em 20 milhões de tonelada/ano nos primeiros 10 anos de exploração, após esse tempo, seria necessário ampliar para 26,6 milhões de toneladas/ano, de modo a compensar a redução do teor de cobre (CVRD, 1990; JAAKKO POYRY, 1995; GOLDER ASSOCIATES, 2006a; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

É importante destacar que nessa fase de estudos foi verificado o concentrado de Salobo, com isso temos um indicador do elevado teor de cobre (36 a 38%) e de ouro (16ppm), além da prata, com baixos teores de enxofre. A posteriori, realizamos uma revisão completa do projeto, valendo-se de uma rota de hidrometalúrgica de oxidação e lixiviação de concentrados, sendo duas escalas de produção foram propostas, 100 milhões de toneladas/ano e 200 milhões de toneladas/ano. A segunda opção foi aderida e implementada devido a melhor performance econômica. Por fim, o ritmo de produção será de 365 dias por ano, em 2 turnos de 12 horas diárias de trabalho, utilizando-se de 4 turnos de revezamento, com aproximadamente 1.000 funcionários diretos nas primeiras fases, passando para 1.800 na fase de produção máxima. Notamos que os funcionários do quadro gerencial e especializados estarão instalados em residências localizadas no Núcleo Urbano de Carajás e em Parauapebas. O município onde o empreendimento está compreendido pertence ao território de Marabá (CVRD, 1990; JAAKKO POYRY, 1995; GOLDER ASSOCIATES, 2006a; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

O projeto está localizado na região sudeste do Estado do Pará, no município de Marabá, na região hidrográfica conhecida como Tocantins-Araguaia, onde o empreendimento está

⁷¹ A Salobo Metais S.A. (SMSA) é uma empresa constituída em 05/11/1996, resultante da transformação da Salobo Metais Ltda., em sociedade anônima, cujo controle é detido, direta e indiretamente pela Vale S.A., desde junho de 2002. O Objetivo da empresa consiste em promover o aproveitamento de jazidas minerais no território nacional, em especial a jazida de Salobo, por intermédio da implantação física do empreendimento denominado Projeto Salobo e, na sequência de suas atividades, ser responsável pela operação, gerenciamento e comercialização dos seus produtos. A jazida está localizada na Serra dos Carajás, distrito e município de Marabá, Estado do Pará, obtendo a portaria de lavra emitida pela DNPM nº 1121/1987 (GOLDER ASSOCIATES, 2006a).

situado na bacia do rio Itacaiúnas, afluente do rio Tocantins. Seu acesso, a partir de Marabá, se dá pelas rodovias PA-150 e PA-275 em sentido Leste-Oeste, em um percurso de aproximadamente 170 km até a cidade de Parauapebas e, daí, até o Acampamento 3 Alfa por um prolongamento da PA-275 conhecida como Rodovia Raimundo Mascarenhas, numa distância de 105 km, adentrando o Núcleo Urbano de Carajás. O acesso aéreo é dado pelo aeroporto de Carajás, cuja distância do Núcleo Urbano de Carajás é de 10 km e da cidade de Parauapebas de 15 km. O corpo de minério a ser lavrado se encontra na porção noroeste da Província Mineral de Carajás, entre as coordenadas UTM N – 9.352.500, 9.363.000 e E – 548.000, 558.000, junto ao igarapé Salobo, que está aproximadamente a 15 km a montante de sua desembocadura no rio Itacaiúnas (GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

Visando a proteção e preservação da biodiversidade do bioma amazônico e considerando o processo de ordenamento do processo de desenvolvimento econômico regional, foi criado na região um mosaico de áreas protegidas, sendo: Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Floresta Nacional do Carajás, Floresta Nacional do Itacaiúnas, área de preservação ambiental do Gelado, reserva biológica de Tapirapé, além da reserva indígena dos povos Xikrin (Xicrins). Conforme a Figura 5.2, a unidade minerária do Projeto Salobo compreende em estruturas de mineração, industrial, de apoio e controle ambiental, onde se insere nas Unidades de Conservação (UCs) supracitadas. É importante destacar que há Planos de Manejo de Uso Múltiplo das Florestas Nacionais, esses planos disciplinam o uso do solo da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, criada por intermédio do decreto nº 97.720/1989. (GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

Figura 5.2 - Unidade Mineraria do Projeto Salobo.

Fonte: Salobo S.A. e Golder Associates (2012, p. 5).

Observamos que os objetivos das informações, até o momento estão alinhados com o modelo, sobretudo na parte que analisa os *sistemas de objetos* e de os *sistemas de ações* e *estrutura, processo, função e forma*. Além disso, compreendemos o histórico do empreendimento, como ele afetou o espaço geográfico e o tempo histórico, bem como a interação do Estado, Firms, Sociedade e Ambiente Natural torna se um elemento importante para a pesquisa. A mineração no Brasil, em boa parte de sua trajetória derivada ação do Estado, que posteriormente passou para o privado, mas sendo o solo e subsolo, propriedades da União.

Como a *estrutura* busca a relação e inter-relação entre as partes, com seu modo de organização e construção, o que foi apresentado por meio dos relatórios do próprio empreendimento auxilia nesse sentido. Percebemos que o foco está relacionado com a estrutura econômica, cabendo aos pesquisadores que buscam compreender pela *totalidade espacial*, outras relações ocultas dentro deste sistema. A base geográfica e ecológica são elementos centrais, afinal, não é possível a economia funcionar sem estes elementos. As ações para o Projeto Salobo iniciaram na década de 1970, no entanto, somente em décadas posteriores é que foram consolidados os objetos para exploração mineral.

O *processo* culminou nas ações para o desenvolvimento do projeto, modificando as relações temporais e territoriais. Em seus projetos conceituais, até nos projetos executivos percebemos medidas que buscam a proteção ambiental, no entanto, medidas escritas não garantem a sua aplicabilidade. O elemento, pessoas não está plenamente apresentável nos

principais compromissos do empreendimento, pois conforme a Golders Associate (2006a, p. 4), esses são:

1. Manter um sistema de gerenciamento ambiental, com o objetivo de assegurar que as suas atividades atendam à legislação aplicável e os padrões estabelecidos pela empresa; na falta de legislação específica, a CVRD aplicará as melhores medidas de proteção ambiental e de minimização de riscos;
2. Educar e treinar seus empregados para que atuem de forma ambientalmente correta, zelando pela aplicação da política ambiental;
3. Desenvolver pesquisas e incorporar novas tecnologias para o contínuo aperfeiçoamento das suas atividades, visando a redução dos impactos ambientais e do consumo de matéria e energia;
4. Manter permanente diálogo com seus empregados e a comunidade, objetivando o aperfeiçoamento das ações ambientais;
5. Empenhar-se para que as empresas do sistema CVRD adotem práticas compatíveis com esta política ambiental;
6. Solicitar de seus fornecedores produtos e serviços com comprovada qualidade ambiental.

Esse é um dos vários processos interessantes para análise, sendo escolhido por adentrar na política ambiental do empreendedor, logo, remete ao elemento denominado ambiente natural. O primeiro ponto demonstra a importância do sistema de gerenciamento ambiental que registra, logo no início, que a legislação aplicável pode não ter orientações específicas, pois a firma se comprometeria em utilizar as melhores práticas em âmbito mundial para a minimização dos riscos. Entretanto, a própria história demonstrou o quão questionável se tornou a legislação específica, ou suas características de impunidade, e se realmente as firmas estão se valendo das melhores práticas, ou das melhores com os menores custos possíveis. O segundo e quinto pontos são funções internas, visto que o presente estudo não tem elementos para avaliar sua aplicação, pois até o momento, 3 de fevereiro de 2020, a Firma não demonstrou interesse de abrir suas portas para a pesquisa, se torna impossível adentrar. O terceiro ponto está diretamente vinculado a entropia, por buscar alternativas que reduzam o consumo de matéria e energia, ligando diretamente aos princípios da economia ecológica. O quarto ponto não se verifica na prática, pelo menos não com a comunidade, pois ao longo da pesquisa e campo ficou claro que a firma não é totalmente transparente, evitando ao máximo o diálogo com a sociedade e pesquisadores. O sexto e último ponto é possível verificar que os fornecedores têm sistemas de gerenciamento ambiental, com certificações internacionais ao exemplo das ISOs, o que demonstra certo empenho nesse ponto.

A *função* e a *forma* referem-se as atividades ou tarefas que encarretam no aspecto visível de um objeto. Devemos, portanto, compreender de forma mais aprofundada as características e justificativas do empreendimento apresentando a evolução da ocupação do solo, as áreas de influência e diagnósticos ambientais, à legislação aplicável e planos, e programas de gestão,

fechando a primeira parte dos resultados no qual o foco são os relatórios do empreendimento. A *estrutura, processo, função e forma* são um ciclo retroalimentado que ao longo dos *sistemas de objetos e sistemas de ações* se repetem, completam e interagem. Não é uma tarefa simples separá-los, se é que seja possível, pois são indissociáveis ao espaço e tempo de quaisquer estudos. Portanto, o objetivo desse subcapítulo se apresenta nesse desafio, sendo que já foram apresentadas o histórico do empreendimento e sua localização espacial, e nos momentos subsequentes apresentará de forma mais aprofundada suas características, atuando na primeira categoria analítica do modelo proposto, o ambiente natural (elemento espacial).

O contexto e localização do empreendimento foram apresentados, faltando as características e justificativas do empreendimento. Conforme a Golder Associates (2006b) Projeto Salobo é uma mina a céu aberto que tem uma planta de beneficiamento do minério, com sistemas de infraestrutura de apoio industrial, administrativo e alojamentos. Os teores médios da lavra são de 0,75% de cobre e 0,44 g/t de ouro. Em seu processo de extração serão produzidos materiais de estéreis e rejeitos que serão dispostos em pilhas e na barragem. O processo de produção pode ser resumido na Figura 5.3. De acordo com a Jakkoo Poyry (1995) a localização e acesso estão compreendidos no complexo industrial de Carajás, utilizando-se dessas estruturas e infraestruturas. A área do empreendimento foi prevista em cerca de 90 hectares.

Figura 5.3 - Fluxograma de processo simplificado do Projeto Salobo.

Fonte: Vale S.A. (2012, p. 34).

As justificativas para o empreendimento foram variando conforme o tempo, cabendo destacar algumas características gerais. O relatório de impactos ambiental da CVRD (1990)

apresenta duas justificativas para o projeto, uma técnica e outra econômica. A característica técnica reforça a rigidez locacional dos minérios que independe da ação e vontade do homem. Por ser uma mina a céu aberto torna a operação mais flexível com a possibilidade de extração de 100% do corpo mineralizado, visto que as tecnologias adotadas são utilizadas no mundo inteiro, garantindo uma racionalidade sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental. A justificativa econômica reforça a importância desse minério, sendo o Brasil exportador desse material, devido a balança comercial de 1987 ter apresentando um déficit de quase 200 milhões de dólares, importando 148.000 toneladas de cobre, sendo que a produção estimada inicial era de 85.000 toneladas, com um faturamento estimado em 18 milhões de dólares por ano. Hoje o Brasil continua não com a capacidade de abastecimento interno, visto que os fabricantes do país continuam dependentes da exportação de cobre (VALOR ECONÔMICO, 2018).

Jakkoo Poyry (1995) destacou quatro justificativas, sendo: técnica, ambiental, econômica e locacional. A justificativa técnica: na obtenção do produto final (cobre catódico) isento de contaminantes, logo, não apresenta riscos e desvantagens comerciais no mercado. Já a justificativa ambiental: reforça que haverá uma modificação das características originais do território, mas por já haver outras instalações industriais no complexo, podemos utilizá-las sem maiores danos ambientais, o que reduziria os impactos da operação. Com relação à justificativa econômica: corrobora com a dependência do país na produção de matérias-primas (teoria da dependência), para obter divisas mediante importações. Por fim, há justificativa locacional: salienta que toda a estrutura e infraestrutura para o escoamento do projeto já existem, tornando o local estratégico para o investimento.

Esse relatório destacou a hipótese da não realização do empreendimento, reforçando o discurso de baixo impacto ambiental, mas acrescentamos que para futuras análises devemos considerar a contabilidade ambiental, dado a utilização de recursos não renováveis. Para a CVRD (1990, p. 16), o projeto não é incompatível com os programas do governo, “ao contrário, o empreendimento vai ao encontro com as aspirações e necessidades de desenvolvimento econômico regional”. Por fim:

Em termos técnicos e econômicos, a manutenção apenas do produto na forma de concentrado significa uma perda econômica para o país, através da venda de um produto com menor valor agregado, e além do mais, continuam os problemas da falta desta matéria prima na indústria nacional, com o agravante da diminuição das reservas minerais (JAAKOO POYRY, 1995, p. 17).

O ambiente natural consiste em um dos *elementos espaciais* do modelo. Ele é bastante trabalhado nos EIA/RIMAS que são elaborados por consultorias contratadas pela empresa. Não

se busca aqui adentrar profundamente nesses pontos, nem inferir sobre a qualidade dos materiais produzidos, que tem como objetivo apenas relatar alguns elementos que podem auxiliar na compreensão da *totalidade espacial*. Em 2006, a Salobo Metais S.A. (Golder Associates) apresentou um novo Plano Diretor do Projeto, em seu projeto I e II (Figura 5.4 e 5.5), conforme solicitação do IBAMA, que incorporou algumas melhorias ambientais do empreendimento. As áreas de influência dos estudos ambientais foram realizadas nos meios, físico, biótico e antrópico, elas apresentaram diagnósticos e prognósticos ambientais, a além da legislação aplicável e os planos, e programas de gerenciamento a serem adotados.

Figura 5.4 - Plano Diretor do Projeto Salobo I.

Fonte: Vale S.A. (2012, p. 36).

Figura 5.5 - Plano Diretor do Projeto Salobo II.

Fonte: Vale S.A. (2012, p. 37).

A síntese dos estudos com relação dos meios físicos e bióticos apresenta três áreas de influência. A área diretamente afetada (ADA) refere-se às áreas afetadas pelo empreendimento: áreas de cava, as pilhas de estéreis, a planta industrial de beneficiamento, as estruturas de controle ambiental (barragem de rejeitos e finos), as unidades auxiliares (oficinas, almoxarifados, laboratório, depósito de explosivos, posto de abastecimento de combustível), as estruturas de apoio (alojamentos, refeitórios, setor administrativo, portaria), as unidades de infraestrutura (sistema de captação e distribuição de água, sistema de tratamento de esgoto, aterros sanitários, sistemas de telecomunicações), há também áreas ocupadas pelos acessos, linhas de transmissão e distribuição de energia, além de áreas para serviços de terraplanagem e obras civis. A área de influência direta (AID) circunscreve a ADA. Devemos considerar territórios sujeitos aos reflexos diretos da implementação do empreendimento. O critério utilizado para a análise foi o geomorfológico, que leva em consideração os elementos do relevo ou hidrográficos que são barreiras imediatas ao empreendimento. Todavia, há uma extensão devido a alguns fatores ambientais, considerando um grupo de áreas diretamente impactadas, considerando a qualidade das águas e a ictiofauna. Por fim, a área de influência indireta (AII) é a área que circunscreve a AID, considerando toda a bacia hidrográfica a montante da área de intervenção, acrescido da floresta Tapirapé-Aquiri (GOLDER ASSOCIATES, 2004; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

Os estudos do meio socioeconômico e cultural segue a mesma linha de raciocínio, devido a área diretamente afetada (ADA) está delimitada pelo complexo industrial, considerando toda a infraestrutura. Foram adicionados a composição dessa área duas alternativas de percurso da estrada de acesso ao Projeto Salobo e da Linha de Transmissão, por passar por áreas de ocupação humana, como o assentamento de colonos APA do Gelado. A área de influência direta (AID) compreende o núcleo urbano de Parauapebas (distância de 100 km do projeto) que já tem uma estrutura para absorver os impactos do empreendimento devido a outros projetos da região dos Carajás. Por fim, a área de Marabá refere-se a área de influência indireta (AII), pois é o município sede do projeto, apesar de estar a uma distância considerável (280km). Não são relatadas outras áreas de influência direta ou indireta nos documentos analisados (GOLDER ASSOCIATES, 2004; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

Durante o ciclo de vida a ADA, AID e AII são avaliadas separadamente conforme cada etapa, instalação, operação e fechamento, separado em meio físico, biótico e antrópico. Com relação ao meio físico as principais variáveis analisadas foram: alteração da propriedade do solo, alteração da qualidade do ar, alteração do nível de pressão sonora, alteração morfológica, alteração paisagística, desconforto ambiental por emissão de odores, alteração da disponibilidade hídrica, assoreamento dos cursos d'água, alteração da dinâmica hídrica superficial, alteração morfológica fluvial, alteração do regime hidrológico e. alteração da qualidade das águas superficiais. O meio biótico as variáveis são: alteração nas comunidades aquáticas, alteração do metabolismo vegetal, afugentamento da fauna, redução de indivíduos vegetais, redução de germoplasma e supressão de *habitats*. Por fim, o meio antrópico é analisado a cada etapa do ciclo de vida, considerando as seguintes variáveis: alteração da dinâmica local, alteração emocional em decorrência da incerteza com relação ao processo de negociação, conflito social pela convivência entre novos e antigos moradores, alteração do nível de eficiência dos serviços públicos, com consequente queda da qualidade de vida dos moradores, incremento do nível de emprego e renda das famílias, pressão sobre os preços e serviços, produtos e outras demandas, incremento na renda das empresas e incremento da renda pública (GOLDER ASSOCIATES, 2004; GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

É importante destacar que a reserva física de cobre está estimada em 44 anos, se mantidas as tecnologias, nível de extração e demanda dos produtos, confirmo a Figura 5.6 (GOLDER ASSOCIATES, 2006a).

Figura 5.6 - Movimentações e teores do Projeto Salobo.

Fonte: Vale S.A. (2012, p. 23).

O prognóstico foi dividido em duas partes, sendo a primeira que considerava a não implementação do empreendimento e a segunda considerando a sua implementação. Para o estudo irá analisar apenas a segunda, pois o empreendimento está em fase de operação. Na fase de instalação o prognóstico leva em consideração os impactos ao ambiente natural, adotando diversas formas e sistemas de controle. A interferência prevista era de 5.000 hectares, aproximadamente 3% da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e 0,35% de todo o conjunto das Unidades de Conservação e Reserva Indígena. As projeções com relação à mão de obra eram de 7.000 funcionários diretos e indiretos no momento de pico na fase de implementação e 1.800 empregos durante 44 anos de exploração. Os demais prognósticos foram considerados como de difícil mensuração, dado ao alto teor especulativo, devido as dinâmicas territoriais apresentarem alto grau de subjetividade (GOLDER ASSOCIATES, 2006a).

Na fase de operação é reforçado a perda da qualidade ambiental pela implementação e operacionalização do projeto. Além das questões ambientais, também foi apresentado a importância dos municípios, direta ou indiretamente afetados, devido às relações econômicas que existiram com o empreendimento. O município de Marabá é representado como uma base político-administrativo, sobre a qual o projeto se insere. Por sua vez, o município de Parauapebas é o núcleo urbano mais próximo. Nesse sentido, eles destacaram que pode gerar conflitos com relação ao CFEM, pois, Parauapebas arcou com o ônus social do

empreendimento, sendo que Marabá receberá os recursos do empreendimento (GOLDER ASSOCIATES, 2006a).

A última etapa considerada no relatório é a fase de fechamento, desconsiderando o pós-fechamento, ou melhor, atribui o prazo de apenas 5 anos após o fechamento. Nessa etapa considera o fim da exploração mineral no qual fator socioambiental é condicionado às dinâmicas em vigor no contexto regional. Por ser uma província mineral em franca expansão, portadora de reservas significativas, consideram complexo o prognóstico do fechamento da mina. Basicamente focam em programas conhecidos como mitigar, controlar, monitorar e compensar as interferências ambientais, sugerindo a reabilitação das áreas antropizadas. Reiteram que pela ótica espacial as áreas mineradas ocupam uma porção reduzida do conjunto das unidades de conservação não apresentando soluções financeiras que garantam a *desengenharia* do empreendimento (GOLDER ASSOCIATES, 2006a).

Após compreender as fases do projeto entramos na legislação aplicável ao empreendimento com relação ao ambiente natural. Nesse caso a Golders Associates (2004) apresentaram uma tabela (Anexo XIV) com toda a legislação, federal e estadual, e as formas como a empresa deve atuar para atender. Na legislação federal basicamente consiste na Constituição Federal, Política Nacional do Meio Ambiente (Licenciamento Ambiental), Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Legislação Especial de Proteção aos Recursos Naturais (proteção à flora, a florestas nacionais, à fauna e pesca, aos recursos minerais e os recursos hídricos). Na legislação estadual do Estado do Pará são três eixos analisados, sendo: Constituição Estadual, Política Estadual do Meio Ambiente e Política Estadual dos Recursos Hídricos.

Fica evidente que a *ordem da forma jurídica* é capaz de moldar a *ordem técnica*, apesar de que nem sempre se vale da *ordem do simbólico*. Todavia, a técnica também molda a forma jurídica, sendo que mais uma vez, afeta o simbólico. Estas ordens moldam a ação humana criando a unificação entre o espaço geográfico e o tempo histórico, que mediante o agir simbólico, cria os modelos de significação e representação.

Por fim, o último item a ser tratado são alguns planos e programas de gestão do Plano de Controle Ambiental (PCA) do qual foram selecionados cinco itens que tem ligação direta e indireta com a pesquisa, sendo: gestão do sistema de contenção de sedimentos, plano de gestão de resíduos, programa de gestão de riscos ambientais, plano de gestão socioeconômica, cultura e programa de desativação do empreendimento.

O sistema de contenção de sedimentos é referente às estruturas de contenção necessárias para o empreendimento, visto que no seu processo produtivo gera-se resíduos sólidos necessitando de medidas de controle de modo a não comprometer a qualidade das drenagens a jusante, além de evitar o assoreamento dos seus talwegues. Entre as ações previstas no Projeto Salobo, tem: i) barragem de rejeitos do Igarapé Mirim; ii) barragem de finos; iii) diques de contenção; iv) sumps; v) leiras. As ações de monitoramento estão dentro da Gestão da Qualidade dos Recursos Hídricos e Efluentes de Líquidos, no qual está previsto uma rede de monitoramento para analisar a qualidade das águas superficiais. Os parâmetros a serem analisados são: sólidos em suspensão, sólidos sedimentares, turbidez e cor. Já as ações para a mitigação reforçam a necessidade da manutenção periódica das estruturas de controle de sedimentos, verificando sua eficácia e eventuais correções. O programa consiste basicamente na implementação de dispositivos apropriados ao controle do escoamento superficial (GOLDER ASSOCIATES, 2006b; BRANDT MEIO AMBIENTE, 2013; SETE, 2018).

O programa de gestão de resíduos está sendo conduzido conforme os requisitos da legislação e das normas técnicas aplicáveis em consonância com as diretrizes e instruções corporativas. A implementação desse plano está atrelada a minimização dos custos operacionais e maximização dos resultados. Esse programa visa garantir que os resíduos sólidos gerados sejam gerenciados por procedimentos operacionais que minimizem seus volumes, com uma correta segregação e acondicionamento temporário. As ações de controle consistem no inventário dos resíduos, por tipo, classe e local de geração, de acordo com a ABNT, NBR 10.004:2004, buscando identificar possíveis não conformidades. O monitoramento é realizado de forma contínua, por meio de rotinas pré-estabelecidas. As ações de mitigação consistem no plano de educação ambiental que será desenvolvido e implementado junto ao programa de comunicação social (GOLDER ASSOCIATES, 2006b; BRANDT MEIO AMBIENTE, 2013; SETE, 2018).

O programa de gestão de riscos ambientais integra o programa de gestão de áreas degradadas que necessitam, da restauração e da reabilitação do ambiente natural. O primeiro, refere-se ao tratamento que tem por objetivo recuperar a forma original do ecossistema, e o segundo visa a reabilitação de uma ou mais funções ecossistêmicas do entorno. O controle consiste em ações definidas no programa de recuperação das áreas degradadas (PRAD). As ações de monitoramento são referentes em alguns parâmetros ecológicos, como a evolução da cobertura vegetal e o monitoramento dos corpos d'água. As ações de mitigação são relativas aos estudos faunísticos e a biologia do solo. Esse programa tem como objetivo definir e detalhar

os procedimentos da reabilitação ambiental das áreas a serem degradadas pelo Projeto Salobo. O custo estimado do programa para reabilitação é de R\$31.750.900,00, para um total de 3.143 hectares de superfície, conforme apresentado na Tabela 5.1 (GOLDER ASSOCIATES, 2006b; BRANDT MEIO AMBIENTE, 2013).

Tabela 5.1 - Resumo das medidas aplicadas a cada tipo de superfície e seu custo estimado.

Tipo de superfície	Área estimada	Tipo de reabilitação	Descrição (nº item)	Custo unitário R\$	Custo Total R\$
Taludes de corte e aterro de estradas, laterais do canal de desvio	30 ha	- Adubação verde explosiva; - Indução de sucessão natural por meio da aplicação de sementes nativas;		0,6 m2	180.000,00
Taludes e bermas da cava	325 ha	- Adubação verde explosiva; - Criação de corredores faunísticos sobre as bermas (leiras fertilizadas com plantio de arbustivas e arbóreas nativas);		0,5 m2	1.625.000,00
Taludes e topos das pilhas de estéril, minério oxidado e minério temporário	1.090 ha	- Adubação verde explosiva; - Criação de capões de adensamento, com sementes nativas;		0,60 m2	6.540.000,00
Taludes junto ao emboque e desemboque do túnel de desvio das águas do Salobo	17 ha	- Adubação verde explosiva;		0,4	68.000,00
Taludes dos corpos de barramento de água, finos e rejeito	90 ha	- Adubação verde explosiva; - Manejo para manutenção de uma vegetação não lenhosa, rasa;		0,5	450.000,00
Superfície da bacia de rejeito (pós-fechamento)	1.150 ha	- Adubação verde explosiva; - Criação de capões de adensamento, com sementes nativas;		0,60 m2	6.900.000,00
Superfície da bacia de água (Igarapé Mano) (pós-fechamento)	150 ha	- Adubação verde explosiva; - Criação de capões de adensamento, com sementes nativas;		0,60 m2	900.000,00
Áreas com instalação de edificações industriais, administrativas e alojamentos (pós-fechamento)	131 ha	- Adubação verde explosiva; - Indução de sucessão natural por meio da aplicação de sementes nativas;		0,6 m2	786.000,00
Superfícies de apoio desnudadas, pátios de pilhas de minérios marginais (pós-fechamento)	150 ha	- Adubação verde explosiva; - Indução de sucessão natural por meio da aplicação de sementes nativas;		0,6	900.000,00
Restrições para o ajardinamento interno	10 ha	- Não serão utilizadas espécies alienígenas. Todas espécies para ajardinamento serão cultivadas a partir de matrizes nativas locais.		2,5	250.000,00
Tratos culturais, manejo e proteção florestal	3.143 ha	Ao longo de 20 anos		0,08 m2	2.514.400,00
TOTAL	3.143 ha	-		1,01 m2	31.750.900,00

Fonte: BRANDT MEIO AMBIENTE (2013, p. 12).

Conforme a Golders Associates (2006b), outra parte do programa de gestão de riscos ambientais refere-se ao plano de gerenciamento de riscos (PGR) que tem como objetivo estabelecer procedimentos e práticas a serem adotadas no que concerne segurança operacional do empreendimento. O programa de ações e controle são compostas por nove itens, sendo:

- 1) Análise de risco do empreendimento;

- 2) Documentação técnica;
- 3) Programas de inspeção e manutenção preventiva;
- 4) Gerenciamento de modificações;
- 5) Procedimentos para realização de serviços não rotineiros;
- 6) Análise de acidentes e quase acidentes;
- 7) Treinamento operacional e de segurança para os funcionários próprios;
- 8) Contratação e treinamento de funcionários terceirizados;
- 9) Responsabilidade pela implantação, acompanhamento e auditoria do programa.

As ações de monitoramento referem-se ao gerenciamento de modificações, essas ações implicam em condições operacionais diferentes daquelas contempladas originalmente. Quatro itens são fundamentais para esse processo, sendo: i) bases técnicas da modificação da proposta, tempo necessário para realização da modificação; ii) consequências da modificação para a segurança do empreendimento; iii) necessidade de mudanças em procedimentos operacionais e atualização da documentação técnica pertinente; iv) necessidade de informação e treinamento pessoal quanto à modificação da proposta. Por fim, a ação de mitigação refere-se ao plano de ação de emergência (PAE), que será uma das temáticas do próximo subcapítulo (GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

Os dois últimos programas a serem analisados são o plano de gestão socioeconômica e cultura, e o programa de desativação do empreendimento. O primeiro refere-se ao elemento espacial, sociedade, e o segundo refere-se às Infraestruturas, mas devemos reforçar que todos os elementos também são indissociáveis. A Golders Associates (2004) no aspecto de estudos socioeconômicos afirma estar em consonância com as unidades espaciais definidas para esse meio, visando a AID e AII. É utilizado como indicador o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), por refletir a qualidade de vida da população (Tabela 5.2), mas excluem outros indicadores como o Índice de Gini que mede as desigualdades no território. O diagnóstico utilizou-se dos seguintes elementos: i) organização físico-espacial; ii) infraestrutura social (habitação, saúde, saneamento básico, educação e segurança pública) e; iii) infraestrutura econômica (energia elétrica, sistema viário e de transporte, comunicação, estrutura produtiva e finanças públicas e organização sociopolítica). É importante e até contraditório, notar que o discurso empresarial diz:

O setor minerário brasileiro, notadamente a Companhia Vale do Rio Doce - CVRD, vem implementando esforços para aperfeiçoar seus trabalhos, ao internalizar a questão ambiental em seus projetos, não apenas para cumprir as exigências dos órgãos

ambientais, mas também pela compreensão do licenciamento ambiental como um instrumento de planejamento estratégico (GOLDERS ASSOCIATES, 2006b, p. 46)

Tabela 5.2 – Índice de Desenvolvimento Humano dos Espaços de Interesse

Municípios	1970	1980	1991	2000	2010
Belém	0,547	0,749	0,796	0,806	0,746
Marabá	0,325	0,645	0,563	0,714	0,668
Brejo Grande do Araguaia			0,381	0,680	0,591
Palestina do Pará				0,652	0,589
São Domingos do Araguaia				0,671	0,594
São João do Araguaia	0,213	0,430	0,395	0,582	0,550
Parauapebas			0,601	0,740	0,715
Canaã dos Carajás				0,699	0,673
Água Azul do Norte				0,664	0,564
Eldorado dos Carajás				0,663	0,560
Curionópolis			0,512	0,687	0,636

Fonte: Adaptado Golders Associates (2004, p. 247).

Conforme a Golders Associates (2006b, p. 47) o plano de gestão socioeconômica e cultural da empresa apresentam alguns princípios norteadores pela busca do desenvolvimento socioeconômico, com foco no território, sendo:

- 1) Desenvolvimento social, econômico e ambiental integrado;
- 2) Gestão do conhecimento e capacidade de inovação;
- 3) Reconhecimento e fortalecimento da identidade cultural local;
- 4) Planejamento das ações com a participação de todos os setores da sociedade;
- 5) Comprometimento com a governança pública;
- 6) Fortalecimento do capital social e suas redes;
- 7) Fomento ao empreendedorismo às atividades produtivas.

Os objetivos apresentados pelo relatório da Golders Associates (2006b) destacou que para o fomento de um desenvolvimento durável e integrado, necessita da participação da área do entorno com amplo programa de comunicação, buscando promover e participar do fortalecimento da sociedade civil e institucional. Além disso, a Golders Associates (2006b, p. 47) reforçam que o fomento socioeconômico do território deve considerar:

- 1) Progressão rápida da mobilidade populacional, endógena e exógena em busca de condições de sobrevivência;
- 2) Concentração regional, com percentual significativo de população abaixo dos níveis de pobreza;
- 3) Estruturas políticas e sociais com fraco desenvolvimento o que compromete os princípios cruciais da democracia, da participação comunitária e do desenvolvimento da coletividade;

- 4) Degradação constante dos direitos sociais, econômicos, culturais, institucionais que provocam a marginalização das populações;
- 5) Riscos de perdas culturais, étnicas decorrentes da desagregação social, isolamento e exclusão socioeconômica;
- 6) Degradação do ecossistema regional, colocando em risco as áreas protegidas.

O plano para o Projeto Salobo, quanto essa temática apresenta diretrizes que são corporativas de forma gerais, como ações específicas considerando o território, esse plano destacou dez eixos, divididos nas ações de controle, monitoramento, mitigação e compensação, sendo: i) plano estratégico de comunicação; ii) programa de negociação; iii) programa de investimento social no desenvolvimento sustentável do território; iv) programa de monitoramento dos indicadores socioeconômicos; v) programa de educação ambiental; vi) programa de capacitação da mão de obra; vii) programa de capacitação de fornecedores e de regionalização da compra de insumos e serviços; viii) programas de investimento para gestão do impacto social; ix) controle nosológico; x) programa de salvamento do patrimônio arqueológico (GOLDER ASSOCIATES, 2006b).

O último programa a ser apresentado é referente a desativação do empreendimento, que se refere a *desengenharia*, pautado no *dever*. Para Golders Associates (2006a, p. 11) “esse programa comporta procedimentos operacionais em conformidade com a observância de critérios ambientais, orientados para a minimização dos impactos negativos decorrentes da desativação do empreendimento”. Os relatórios mais antigos não davam atenção para este ponto, pois apenas no último relatório disponíveis apresentam um programa robusto sobre a matéria. Conforme a Sete (2018) essa é a etapa que encerra o ciclo de vida do projeto, essa etapa inicia com os estudos de viabilidade técnica e econômica, apresentando processos de descomissionamento, reabilitação e de uso futuro da área impactada. Sua estruturação deve considerar as aptidões e vocações da região em que o empreendimento está inserido, planejando todas as atividades necessárias para a sua execução. Sendo assim:

O planejamento para o fechamento das atividades de um empreendimento deve estar fundamentado em abordagem técnica, ambiental, econômica e social, que possibilite à empresa adotar melhores práticas aplicáveis à redução progressiva de riscos e impactos ambientais relacionados ao mesmo, estabelecendo critérios técnicos e estimando recursos suportáveis para a execução de ações de reabilitação dos ambientes degradados, obtendo a estabilidade das áreas de modo a possibilitar o seu uso futuro de forma segura. Deve também possibilitar que sejam estabelecidas ações relacionadas à redução dos impactos negativos sobre as comunidades envolvidas na área de inserção do empreendimento, respeitando as partes interessadas (SETE, 2018, p. 369).

Os objetivos do plano de fechamento de mina, conforme a Sete (2018, p. 369-370), se concentram na desmobilização progressiva dos ativos, se comprometendo a:

- 1) Estabelecer os procedimentos de fechamento do projeto a serem desenvolvidos ao longo de sua vida útil de forma que ao seu final, a reabilitação da área impactada esteja garantida, considerando-se os usos futuros pré-estabelecidos⁷²;
- 2) Garantir que todos os ativos tangíveis de longo prazo em operação, com vida útil possível de ser definida e para os quais haja um compromisso da empresa para o seu fechamento ou desmobilização, tenham seus custos de desmobilização estimados, de forma permitir à empresa um provisionamento contábil⁷³, em conformidade com as normas vigentes;
- 3) Estabelecer as diretrizes para a consolidação do uso futuro previsto para a área, de forma a manter seu equilíbrio físico, químico e biológico, após o fechamento;
- 4) Estabelecer as medidas que possibilitem a minimização dos riscos relacionados às fontes potenciais de contaminação e necessárias para a estabilização dos passivos ambientais na área;
- 5) Promover a minimização dos impactos negativos relacionados ao empreendimento e a maximização dos benefícios positivos, em especial os socioeconômicos;
- 6) Identificar, de forma antecipada, as ações de fechamento que necessitem de investigações e estudos prévios para confirmar, conhecer, detalhar e melhor estimar os custos envolvidos neste plano;
- 7) Identificar problemas futuros que possam ser minimizados por meio da adoção de práticas operacionais adequadas durante a vida útil do empreendimento;
- 8) Garantir que o cronograma de fechamento seja mantido, iniciando-se as ações requeridas no tempo correto.

A metodologia aplicada está em conformidade com as Normas Regulamentadoras da Mineração, estabelecidas pela Portaria DNPM nº 237/2001, destacando a NMR nº 20 e 21, além do Guia para Planejamento do Fechamento de Mina, 2013 (IBRAM), as Diretrizes da *Global Reporting Initiative* e o Kit de ferramentas da *Internacional Council on Mining & Metals*, 2008 (ICMM). Nesse sentido, o objetivo consiste em evitar e/ou minimizar a ocorrência de passivos ambientais de longo prazo, conforme a Figura 5.7 apresentando as bases que serão adotadas, com a previsão de início para 2051 (SETE, 2018).

⁷² Não se verifica nos relatórios estudados das áreas impactadas e sua destinação de usos futuros.

⁷³ Se há esse compromisso do projeto, nos questionamos como é possível a sociedade obter essas informações, visto que o Relatório Anual de Lavra (RAL) se tornou um objeto sigiloso.

Figura 5.7 - Ciclo de fechamento com base nas diretrizes seguidas pelo Complexo Minerador do Salobo.

Fonte: SETE (2018, p. 372).

Por fim, demonstram que o foco são as intervenções sob a ótica da recuperação das áreas degradadas. A ação de controle adotada é o plano de fechamento de mina que consiste na proposição na etapa de pré-fechamento de planos, projetos e programas, se necessário, atividades de monitoramento e controle das áreas desativadas no pós-fechamento. Sete (2018, p. 381) apresentam as seguintes premissas:

- 1) Estabelecer a estabilidade física das áreas e dos ativos (edificações, taludes, acessos, área de solo exposto após a desmontagem de estruturas, sistemas de controle, etc.);
- 2) Estabelecer a estabilidade química de áreas e ativos do projeto, potencialmente afetados por eventuais contaminações;
- 3) Adequar áreas e ativos às condições de segurança;
- 4) Possibilitar o equilíbrio dos processos ecológicos - solo, flora e fauna;
- 5) Permitir o adequado manejo do uso e conservação dos solos, envolvendo a prevenção e a recuperação de eventuais alterações ambientais, possibilitando o uso futuro das áreas;
- 6) Possibilitar a melhoria dinâmica socioeconômica da região.

Percebemos ao longo dessa apresentação, baseada nos relatórios contratados pela mineradora, uma infinidade de planos e projetos, dentro do sistema de gestão ambiental (SGA). O foco desse subcapítulo consistiu em apresentar a visão da Firma, sendo que no momento que entrar para a análise dos resultados serão confrontadas as informações acima com os relatos dos entrevistados e outras pesquisas acadêmicas. Entretanto, deve ficar claro a partir desse momento que não foi possível conversar com técnicos e gestores da empresa, mesmo abrindo diversos chamados e realizando várias ligações. Logo, se tudo que está apresentado nos relatórios condiz

com compromissos corporativos, já se nota uma falácia ao afirmarem que são abertos a comunidade, dentro dos seus planos de comunicação.

A proposta desse subcapítulo foi apresentar, dentro do modelo proposto, como se dá a *estrutura, processo, função e forma*, com base nos relatórios corporativos. Fica claro que, pelo menos no papel, há de fato uma preocupação com os mais diversos elementos espaciais, em especial o Ambiente Natural, mas o questionamento que se faz é: se está tudo dentro dos conformes, por que a mineradora continua fechada para a comunidade?

5.2. HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM DE REJEITOS NOS ESTUDOS PARA A FIRMA: INFRAESTRUTURA E SUAS RUGOSIDADES ESPACIAIS

No projeto conceitual da Barragem Mirim percebemos que ela advém da necessidade da contenção dos rejeitos provenientes da usina de concentração de cobre do Projeto Salobo, além de servir também como fonte de captação de água para uso na planta operacional. O seu projeto visa três etapas de alteamento, com diversos estudos, seções e plantas, com o dique de partida inicia-se com 220 metros de elevação da crista e 50 metros de altura máxima do maciço. A primeira crista a altura máxima do maciço terá 50 metros (alteamento 1), a segunda com 60 metros (alteamento 2) e a terceira com 70 metros (alteamento 3). Nos estudos preliminares modificou o projeto inicial em virtude de algumas infiltrações que ocorreram na enseadeira e do uso de trenos fora dos padrões estabelecidos, necessitando um reforço a jusante com a implantação de um maciço, desconstruindo as hipóteses anteriores. Para resolver este problema a BVP realizou novos estudos de alternativas para os alteamentos da barragem, conforme o relatório técnico RL 9002SA-X-70003. Na época do relatório a barragem encontrava-se na fase 1 (crista de 220 metros), operando em escala 24 MTPA (BVP ENGENHARIA, 2016).

Conforme a BVP Engenharia (2016, p. 3) o objetivo consiste em apresentar um memorial descritivo do projeto conceitual dos alteamentos da barragem, “[...] dividido em três etapas, incluindo os cálculos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos para as estruturas envolvidas no projeto”. Esta barragem está localizada a aproximadamente 500 metros do Igarapé Salobo, que faz parte do estreitamento da Bacia do Igarapé Mirim e a cerca de 650 metros da usina, conforme pode ser visualizado na Figura 5.8. A descrição geral da estrutura refere-se:

A alternativa escolhida pela VALE para desenvolvimento dos projetos conceitual, básico e executivo foi concebida de forma a garantir a estabilidade das estruturas, principalmente no que diz respeito às considerações dos materiais existentes no maciço atual. Essa alternativa buscou utilizar, de forma mais abrangente, os materiais disponíveis na mina para construção do maciço de enrocamento e transições e menor utilização de material argiloso (de baixa disponibilidade na região da barragem), além de propor a construção do filtro à jusante do maciço já construído (BVP Engenharia, 2016, p.7).

Figura 5.8 - Arranjo geral da barragem de rejeito Mirim.

Fonte: Vale S.A. (2016, p. 3).

Com relação à característica do talude de montante da barragem foi proposto uma inclinação de 2,0H:1,0V, onde os taludes a jusante apresentam uma inclinação de 1,4H:1,0V, e suas bancadas com 10 metros de altura e bermas com 4 metros de largura. O maciço da barragem foi proposto em blocos de quartzito moderadamente alterado com finos, que estão disponíveis na mina. Para a região central da barragem o projeto consiste em um núcleo argiloso “nobre”, composto por solo compactado, visto que se teve um rigoroso controle de compactação e de tratamento da fundação. Esse material se prolonga sobre a fundação, criando um tapete impermeável na região central do fundo do vale, apesar de não ter nenhum outro componente de impermeabilidade. Essas e outras considerações técnicas, como: aspectos geológicos, estudos geotécnicos (supressão vegetal, tratamento da fundação, drenagem interna e transições,

análise de estabilidade e plano de instrumentação), estudos hidráulicos e hidrológico (chuvas intensas, caracterização física da bacia hidrográfica, sistema de extravasor, de drenagem superficial, de drenagem superficial, de restituição da vazão residual e de desvio construtivo), são apresentados no relatório, não entrando no escopo do presente trabalho. Ressaltamos apenas que conforme os autores toda a estrutura atende às normas brasileiras e organismos internacionais, como o ICOLD e USBR. O arranjo geral, etapas, cortes transversais e a ficha técnica para os três alteamentos propostos, bem como a vista geral da barragem, são apresentados nas Figuras (5.9 a 5.18) e Tabelas (5.3 a 5.5) abaixo (BVP ENGENHARIA, 2016):

Figura 5.9 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alteamento 01.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 9).

Figura 5.10 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alteamento 01.

Fonte: BVP Engenharia (2017, p. 8).

Figura 5.11 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 01.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 12).

Tabela 5.3 - Ficha técnica do alteamento 1.

Ficha Técnica do Alçamento 1	
Elevação da Crista (m)	235,00
Elevação da Soleira (m)	232,00
Comprimento da Crista (m)	214
Volume de Aterro (m³)	716.000
Largura da Crista (m)	80,00
Largura das Bermas (m)	4,00
Talude de Montante	1,0V:2,0H
Talude de Jusante	1,0V:1,4H
Altura Máxima das Bancadas (m)	10,00
Altura Máxima do Maciço (m)	50,00

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 15).

Figura 5.12 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alçamento 02.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 10).

Figura 5.13 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alçamento 02.

Fonte: BVP Engenharia (2017, p. 9).

Figura 5.14 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 02.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 13).

Tabela 5.4 - Ficha técnica do alteamento 2.

Ficha Técnica do Alteamento 2	
Elevação da Crista (m)	245,00
Elevação da Soleira (m)	242,00
Comprimento da Crista (m)	254
Volume de Aterro (m³)	870.000
Largura da Crista (m)	47,00
Largura das Bermas (m)	4,00
Talude de Montante	1,0V:2,0H
Talude de Jusante	1,0V:1,4H
Altura Máxima das Bancadas (m)	10,00
Altura Máxima do Maciço (m)	60,00

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 15).

Figura 5.15 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão I – alteamento 03.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 11).

Figura 5.16 - Arranjo geral da barragem de rejeito, visão II – alteamento 03.

Fonte: BVP Engenharia (2017, p. 10).

Figura 5.17 - Corte transversal da barragem de rejeito – alteamento 03.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 14).

Tabela 5.5 - Ficha técnica do alteamento 3.

Ficha Técnica do Alçamento 3	
Elevação da Crista (m)	255,00
Elevação da Soleira (m)	252,00
Comprimento da Crista (m)	305
Volume de Aterro (m³)	1.105.000
Largura da Crista (m)	20,00
Largura das Bermas (m)	4,00
Talude de Montante	1,0V:2,0H
Talude de Jusante	1,0V:1,4H
Altura Máxima das Bancadas (m)	10,00
Altura Máxima do Maciço (m)	70,00

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 16).

Figura 5.18 - Seção transversal para altura máxima da barragem.

Fonte: BVP Engenharia (2016, p. 29).

Figura 5.19 - Vista da barragem de rejeitos Mirim.

Fonte: Vale S.A. (2016, p. 3).

No projeto executivo é apresentada uma carta de risco para todas as fases de alteamento do empreendimento. A carta de risco tem como objetivo fornecer parâmetros relacionados aos fatores de segurança da barragem, visando a adoção de medidas corretivas e restabelecimento dos níveis de segurança previstos no projeto inicial. Para tal, foram simuladas diferentes elevações do nível de água no interior do maciço da estrutura, com o objetivo de compreender os fatores de segurança (FS) para várias situações e cenários (BVP ENGENHARIA, 2018). De acordo com a BVP Engenharia (2018, p. 6), são utilizados quatro níveis de segurança para a estrutura, sendo:

- 1) Nível Normal ($FS \geq 1,5$): fator de segurança satisfatório em relação à segurança da estrutura;
- 2) Nível de Atenção ($1,5 \geq FS \geq 1,3$): fator de segurança não satisfatório em relação à segurança da estrutura, exigindo atenção especial com aumento da frequência das leituras do instrumento, avaliação das condições de segurança e eventual adoção de medidas corretivas;
- 3) Nível de Alerta ($1,3 \geq FS \geq 1,1$): fator de segurança não satisfatório em relação à segurança da estrutura, exigindo, além do aumento da frequência de leituras do instrumento, maior urgência na avaliação das condições de segurança e na adoção de medidas corretivas;
- 4) Nível de Emergência ($FS < 1,1$): fator de segurança não satisfatório em relação à segurança da estrutura, exigindo a tomada imediata de medidas corretivas de segurança e de proteção aos entes eventualmente envolvidos.

Para alcançar aos níveis de segurança mediante a análise de estabilidade a BVP Engenharia (2019a) utilizou para o relatório o software Slide, a versão 6.0 da Rocscience, sendo que o método empregado foi o GLE/Morgenstern-Price, considerando equilíbrio de forças e momentos. Já a modelagem dos materiais, seguiu o critério de ruptura de Mohr-Coulomb, e também foram realizadas análises de percolação, utilizando o mesmo software, com base no método dos elementos finitos. Reforçam que para avaliação dos níveis de segurança não devem ser baseadas apenas nas leituras dos piezômetros e indicadores de água, pois é pouco provável que os níveis observados terão influência significativa no fator de segurança, no qual devemos considerar outros fatores, como inspeção visuais em campo, avaliação do comportamento das leituras dos medidores de recalque e inclinômetros e dos medidores de vazão das águas de percolação. Já em casos de ocorrências de anomalias, deve-se: i) aumentar a frequência das leituras/medições diárias; ii) consultar a projetista ou algum consultor especialista na avaliação do comportamento de barragens; iii) adotar ações corretivas, conforme resultado das avaliações; iv) e adotar ações preparatórias para alerta, caso necessário.

A barragem Mirim do Projeto Salobo conforme a ANM em seu cadastro resumido é classificada com Dano Potencial Associado (DPA) Alto, Categoria de Risco (CRI) Baixo, classificado na categoria C⁷⁴, conforme os critérios da DNPM 70.389/2017. O volume total absoluto apresentado no cadastro é de 263.300.000m³, localizada na latitude: 5° 46' 42" 0 e longitude: 50° 31' 20" 6. Considerando essas características o empreendedor torna-se obrigado a elaborar o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM).

A Categoria de Risco (CRI) é dividida em três partes, sendo: i) características técnicas (CT); ii) estado de conservação (EC) e; plano de segurança de barragem (PS). As características técnicas receberam 13 pontos, sendo que nos outros critérios as notas foram zeradas (Tabela 5.6). No Dano Potencial Associado (DPA) utilizam-se quatro critérios, tais como: i) volume total do reservatório; ii) existência de populações a jusante; iii) impacto ambiental e; impacto socioeconômico (Tabela 5.7). Por fim, com base nas notas na CRI e DPA apresenta a classificação de segurança da barragem, no qual a barragem se enquadrou em B (Tabela 5.8).

⁷⁴ Conforme a BVP Engenharia (2019b) após a reavaliação da categoria de risco e o dano potencial associado, apesar de se manterem nos níveis baixos e alto respectivamente, foi reclassificado para a classe B, divergindo do informado no cadastro nacional de barragens de mineração resumido da ANM.

Tabela 5.6 - Classificação da Categoria de Risco (CRI).

NOME DA BARRAGEM: Barragem de Rejeitos do Mirim		
DATA DA CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO: 18/09/2018		
1 - CATEGORIA DE RISCO		PONTOS
1.1	Características Técnicas (CT)	13
1.2	Estado de Conservação (EC)	0
1.3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	0
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		13
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO		BAIXO
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 60 ou $EC^* = 10(*)$
	MÉDIO	37 a 65
	BAIXO	≤ 37

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 99).

Tabela 5.7 - Classificação da Dano Potencial Associado (DPA).

NOME EMPREENDEDOR: Salobo Metais S.A.		
CLASSIFICAÇÃO PARA BARRAGENS DE MINERAÇÃO		
2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		PONTOS
2.1	Volume total do reservatório	5
2.2	Existência de População a Jusante	10
2.3	Impacto Ambiental	6
2.4	Impacto Sócio-Econômico	3
PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)		24
CLASSIFICAÇÃO DE DANO		Alto
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$13 < DPA < 7$
	BAIXO	≤ 7

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 99).

Tabela 5.8 - Classificação de Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA).

Classificação de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado			
CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	C
Médio	B	C	D
Baixo	B	C	E

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 99).

Devemos, portanto, tentar compreender como foram atribuídos os valores para a barragem de Mirim. As características técnicas são apresentadas na Tabela 5.9, sendo: i) altura; ii) comprimento; iii) vazão do projeto; iv) método construtivo e; v) auscultação. As informações

apresentadas aparentemente não são questionáveis, com métricas bastante claras sobre a função e forma. O estado de conservação apresenta a estrutura, sendo dividido em quatro seções: i) confiabilidade das estruturas extravasoras; ii) percolação; iii) deformações e recalques e; iv) deterioração dos taludes (Tabela 5.10). A barragem é bastante nova justificando o bom desempenho do estado de conservação. O último indicador para a categoria de risco é sobre o plano de segurança da barragem, com cinco variáveis: i) documentação do projeto; ii) estrutura organizacional e qualificação dos profissionais na equipe de segurança de barragem; iii) manuais de procedimentos para inspeção de segurança e monitoramento; iv) plano de ação de emergência e; v) relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de análise de segurança (Tabela 5.11). Essa última matriz é uma análise mais burocrática e administrativa que tem como objetivo compreender estrategicamente o processo do projeto. A estrutura, processo, função e forma, a nosso ver, são atendidos, entretanto, questiona-se se as barragens rompidas ao longo do tempo também não apresentavam tais características técnicas. Se sim, esse modelo deve ser revisado, de modo a criar indicadores de desempenho que atestem a categoria de risco das barragens de rejeitos.

Tabela 5.9 -Matriz de classificação quanto às características técnicas.

1.1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – CT				
Altura (a)	Comprimento (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura $\leq$ 15m (0)	Comprimento $\leq$ 50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)	Etapa Única ou Dique de Partida (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
15m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Milenar (2)	Jusante (2)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, porém em processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto. (2)
30m $\leq$ Altura $\leq$ 60m (4)	200 $\leq$ Comprimento $\leq$ 600m (2)	TR = 500 anos (5)	Linha de Centro (5)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, sem processo de instalação de instrumentos para adequação ao projeto. (6)
Altura > 60m (7)	Comprimento > 600m (3)	TR Inferior a 500 anos ou Desconhecida/ Estudo não confiável (10)	Montante ou desconhecido ou que já tenha sido alteada a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada em desacordo com o projeto (8)
CT = $\sum$ (a até e):				13

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 100).

Tabela 5.10 - Matriz de classificação quanto ao estado de conservação.

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)			
1.2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (f)	Percolação (g)	Deformações e Recalques (h)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (i)
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias. (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura. (10)
EC = $\sum$ (f até i):		0	

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 101).

Tabela 5.11 - Matriz de classificação quanto ao plano de segurança de barragem.

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)				
1.3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS				
Documentação de Projeto (j)	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)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e Operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança da barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui PAE (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança (2)
Projeto como está (3)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e monitoramento (4)
Projeto básico (5)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual (6)
Projeto conceitual (8)				Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)
Não há documentação de projeto (10)	-	-	-	
PS = $\sum (h \text{ até } l)$			0	

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 102).

A matriz de Pano Potencial Associado (DPA) apresenta quatro variáveis, sendo: i) volume total do reservatório; ii) existência de população a jusante; iii) impacto ambiental e; iv) impacto socioeconômico (Tabela 5.12). O volume total do reservatório e a existência de população a jusante foram atribuídas as notas máximas. O impacto ambiental foi abordado como significativo, apesar de se saber que há mineração de ouro no projeto como subproduto do cobre. O impacto socioeconômico foi valorado em médio dano, sendo que nos estudos *dam break* demonstram o “fim do trajeto” no rio Tocantins, desconsiderando o restante. Seguindo fluxo do rio percebemos que os rejeitos desembocam na usina hidrelétrica de Tucuruí, tornando o impacto alto, entretanto, não iria interferir na nota final.

Tabela 5.12 - Matriz de classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA).

QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (RESÍDUOS E REJEITOS)			
Volume Total do Reservatório (a)	Existência de população a jusante (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto socioeconômico (d)
MUITO PEQUENO < = 500 mil m³ (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 m³ (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (área afetada a jusante da barragem não 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) (2)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
MÉDIO 5 milhões a 25 milhões m³ (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 socioeconômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
Grande 25 milhões a 50 milhões m³ (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 socioeconômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
Muito Grande > = 50 milhões m³ (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)		24	

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 103).

A BVP Engenharia (2017b), apresenta o plano de inspeção e avaliações técnicas buscando atender o PAEBM que deve avaliar as características hidráulicas, geotécnicas e estruturas da obra, sendo necessário ser realizadas por pessoal qualificado. Adicionam que as inspeções são essenciais para a avaliação do estado de segurança das estruturas, sugerindo três ferramentas de apoio: i) planilhas e *check-lists* com os elementos e aspectos a serem observados; ii) desenhos (plantas e seções) das obras para registros das posições das anormalidades e; iii) relatórios fotográficos ilustrando as anomalias e não conformidades. Destacaram ainda que as principais atividades necessárias são: i) acompanhamento e manutenção dos instrumentos de monitoramento mediante a leitura, o armazenamento e a interpretação de dados e; ii) realização

de inspeções periódicas e indicação das necessidades de manutenção (Figura 5.20). Nas Tabelas 5.13 e 5.14 são apresentados os sistemas de manutenção da barragem (estruturas e ações de manutenção) e a periodicidade dos eventos. Por fim, reforçam que todo o processo deve ser registrado, apesar de não apresentarem em seus levantamentos o Engenheiro de Registros (EdR), de forma a garantir um banco de dados e histórico de todas as fases do projeto e seus processos.

Figura 5.20 - Fluxograma das atividades de inspeção.

Fonte: BVP Engenharia (2017b, 29)

Tabela 5.13 - Manutenção periódica na barragem de Salobo I.

Estrutura	Ações de Manutenção
Acesso	Reconformação e reparo
Reservatório	Dragagem caso haja diminuição do volume para amortecimento de cheias
	Tratamento das margens no caso de se observar depressões, sumidouros, focos de erosões e deslizamentos superficiais
Sistema extravasor e bacia de dissipação	Limpeza do dispositivo, retirando objetos que obstruam o fluxo
	Recolocação dos blocos que por ventura venham a ser deslocados
	Tratamento das áreas pontuais da argamassa, com sinais de deterioração
Drenagem superficial	Limpeza periódica dos dispositivos
	Reparo do material
	Substituição de elementos danificados
Área adjacente (ombreiras e região a jusante)	Reparo das falhas na cobertura vegetal dos taludes
	Corte de vegetação excessiva
	Vedação a passagem ou pastagem de animais

Fonte: BVP Engenharia (2017b, 17).

Tabela 5.14 - Manutenção periódica na barragem de Salobo II.

Tipo de Instrumento / Inspeção	Período Construtivo	Período inicial de Operação ⁽¹⁾	Período de Operação ⁽²⁾
Piezômetros	2 por semana	2 por semana	Semanal/ mensal
Indicadores de Nível de D'água	-	2 por semana	Semanal/ mensal
Marcos Superficiais	Semanal	Quinzenal	Bimestral
Inclinômetro	Semanal	Quinzenal	Bimestral
Medidor de Recalque Magnético	Semanal	Quinzenal	Bimestral
Inspeções Visuais	2 por semana	2 por semana	Quinzenal

Fonte: BVP Engenharia (2017b, p. 20).

Atualmente, a barragem passa pela etapa 2 do alteamento da sua barragem. A BVP Engenharia (2019b, p. 10) apresentam as empresas que estão participando das obras, bem como as respectivas responsabilidades, sendo:

- 1) BVP ENGENHARIA o Elaboração do projeto executivo, acompanhamento técnico da obra (ATO), validação dos desenhos de AS BUILT;
- 2) CONSTRUTORA ÁPIA o Execução das atividades referentes à obra (escavação, tratamento de fundação com regularizações e aterro);
- 3) SALOBO METAIS o Orientações executivas e supervisão das obras;
- 4) GEOMINAS o Investigações geotécnicas de campo e ensaios de laboratório;

- 5) CONCREMAT o Locação das obras e levantamentos topográficos durante obras e levantamento final da Barragem de Rejeitos Mirim;
- 6) VALLUM ENGENHARIA o Tratamento de Fundação com aplicação de Injeções de Cimento.

Nesse estudo (BVP Engenharia, 2019b), os dados apresentados no projeto conceitual e executivo possuem diferenças substanciais na crista, demonstrando o previsto nas etapas 2 e 3 os alteamentos era de 255 metros e 285 metros. Entretanto, ao longo da leitura do mesmo relatório verificamos que as etapas dos projetos conceituais e executivos se mantêm (Tabela 5.15), sendo este o que *a priori* está sendo realizado. Seria necessário um diálogo com a firma para compreender a real situação, de modo a entender os motivos das modificações e das possibilidades de alteração dos projetos no futuro.

Tabela 5.15 - Histórico construtivo da barragem de rejeitos do Mirim.

Etapas	Ano	Elevação da Crista (m) Projeto	Configuração Geométrica Executada	Empresa Projetista
1	2010	Dique Partida na elevação 220,0 m	(1ª Etapa) Dique de Partida Solo Compactado	BVP Engenharia
	2012	Reforço da Barragem sem alteração da elevação da crista	Reforço realizado com solo compactado	
2	2017 (início)	1ª Fase do Alteamento na elevação 235,0 m	(2ª Etapa em 3 Fases) Alteamento à jusante com material de enrocamento e núcleo argiloso	
	2018	2ª Fase do Alteamento na elevação 245,0 m		
	Futura	3ª Fase do Alteamento na elevação 255,0 m		

Fonte: BVP Engenharia (2019b, p. 53).

O último tópico a ser abordado nessa seção é o estudo de ruptura hipotética (*Dam Break*), também conhecido como estudo de inundação. A simulação aqui analisada para a barragem Mirim é referente à 3ª fase de alteamento com a elevação em 255 metros. O foco desse estudo se dá por uma modelagem hidrodinâmica considerando a ruptura da barragem e consequentemente, sua onda, delimitando as potenciais áreas afetadas a jusante da estrutura. Este estudo é subsídio para a elaboração do Plano de Ação de Emergenciais de Barragens de Mineração (PAEBM) auxiliando a identificação, avaliação e quantificação dos danos associados ao rompimento da barragem. É importante ressaltar que apresentam as limitações técnicas do estudo, destacando como uma área de estudo ainda recente e que se encontra em desenvolvimento e aperfeiçoamento (TRACTEBEL, 2018). Conforme a Tractebel (2018, p. 3), os objetivos do estudo foram:

- 1) Caracterizar a área de estudo com a apresentação da região a jusante da barragem;
- 2) Definir cenários de ruptura hipotética da barragem;

- 3) Apresentar os dados de trânsito de cheias no reservatório;
- 4) Apresentar o estudo de regionalização de vazões;
- 5) Determinar os hidrogramas de ruptura da barragem;
- 6) Apresentar a propagação dos hidrogramas de ruptura ao longo da região a jusante;
- 7) Apresentar o mapeamento das áreas potencialmente inundáveis a jusante da barragem, das cotas máximas de inundação, velocidade de escoamento e tempos de chegada da onda em pontos representativos da área de estudo.

A síntese dos procedimentos metodológicos pode ser mais bem visualizada na Figura 5.21, que foram definidas em conjunto com a equipe técnica da Vale.

Figura 5.21 - Principais etapas de desenvolvimento dos estudos de ruptura hipotética.

Fonte: TRACTEBEL (2018, p. 12)

Para os cenários de simulação, conforme a Tractebel (2018, p. 12-13) foram considerados quatro hipóteses, sendo:

1) Cenário A – Estimativa da inundação referente à cheia natural ordinária: este cenário foi utilizado como base para a simulação C (ruptura em dia seco), considerando como cheia ordinária, aquela característica da definição da calha do rio, aproximadamente igual a 2 anos. Dessa forma, estima-se o incremento de vazão associado a este cenário, corresponda especificamente à ruptura da barragem, já que o rio estará em condições de escoamento com seção plena;

2) Cenário B – Estimativa de inundação referente à cheia natural severa: este cenário foi utilizado para a simulação D (ruptura em dia chuvoso), considerando a cheia de 100 anos, como condições antecedentes à ruptura da barragem nos trechos de rio a jusante;

[illegible]

Figura 5.24 - Estudo de Dam Break com ruptura em dia seco I.

Figura 5.25 - Estudo de Dam Break com ruptura em dia seco II.

menos seguras que a barragem do Projeto Salobo. Entretanto, valendo-se da metodologia anterior a apresentada pela portaria do DNPM nº 70.389/2017, as três barragens estariam classificadas da mesma forma, sendo ambas C.

Figura 5.27 - Croqui esquemático da ocupação do reservatório da barragem de rejeitos do mirim (sem escala).

Fonte: TRACTEBEL (2018, p. 22).

Verificamos que os estudos *Dam Break* do Projeto Salobo, assim como provavelmente ocorreram com as barragens rompidas nos últimos anos, apesar de considerarem vários cenários, não apresentam o pior cenário em sua *totalidade espacial*. Um exemplo é a barragem de Fundão, da mineradora Samarco S.A., que tinha em todos os estudos apresentados, um baixo grau de risco e não se identificava que o impacto poderia ir até o oceano. Devemos destacar que o Projeto Salobo tem o mesmo potencial.

Esse subcapítulo buscou apresentar o elemento espacial infraestrutura, por ser o trabalho humano materializado. Esse elemento é o objeto do estudo, considerando a situação (evento) de um rompimento em um dado momento no tempo (*devir*). Mesmo no caso desse evento não ocorrer, esse objeto modifica o espaço, influência o território, dentro dos *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* acarreta distorções geográficas da totalidade ao local. Logo, torna-se uma *rugosidade espacial*, no qual a previsão para o fim de uso compreende até aproximadamente 2050. Mesmo com técnicas de descaracterização e/ou descomissionamento esse objeto se mantém no espaço, visto a importância de compreender como diversos atores compreendem o risco desta infraestrutura e as formas de atuação, para se evitar o *efeito derrame* e criar o *efeito transbordamento*, dentro da noção da *sociedade de risco* como elemento oculto a *totalidade espacial*, serão apresentadas as contribuições de vários atores representantes dos *elementos espaciais* faltantes (as firmas, as instituições do Estado e a sociedade).

5.3. AS FIRMAS E SUAS INSTITUIÇÕES: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO

Nas firmas e suas instituições analisarei o comportamento e compromisso com relação ao ambiente natural e sociedade, enquanto *elementos espaciais*. Esse é o momento que o estudo analisa resultados do campo e tentar aplicar estes dentro do modelo proposto, avançando na exposição das firmas, mas apresentando a visão do Estado, suas instituições e sociedade, considerando a infraestrutura desses empreendimentos. Todo o roteiro de questões foi moldado nesse sentido, sendo utilizado o mesmo padrão para todos os elementos espaciais a serem estudados. Logo, o foco desse subcapítulo consiste em avaliar a visão da Vale S.A. e suas instituições de apoio, como o Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) representante da ICOLD no Brasil e o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). Foram utilizados diversos tipos de comunicação para auxiliar na busca por funcionários que pudessem ser entrevistados representando a Vale S.A. Usamos meios de comunicação desde protocolos no sítio eletrônico, mensagens por e-mail e WhatsApp, ligações e pedidos de profissionais das mais diversas organizações. Buscamos assim, dois tipos centrais de funcionários para a presente pesquisa, sendo um especialista em barragem e outro especialista em meio ambiente. Todavia, não foi possível entrevistar nenhum funcionário da Vale S.A., pois ao longo do processo optaram por ignorar, ou por enviar mensagens padrões, ou repassar para terceiros, ao ponto que não ocorria nenhuma decisão, protelando ao máximo o retorno.

Apenas para fins de registro, foram abertos diversos protocolos⁷⁵, na seção “fale conosco” do sítio eletrônico da empresa, sendo destinado para: relações institucionais, mineração, meio ambiente e relação com a comunidade. A resposta em sua ampla maioria foi um e-mail padrão, sem nenhum nexos com o chamado, demonstrando o total desinteresse e desrespeito para com um membro da sociedade, representando a comunidade científica. Basicamente, os chamados buscavam dois pontos centrais, sendo: i) solicitação de documentações e informações sobre a produção e barragem do Projeto Salobo; e ii) solicitação de auxílio para identificar funcionários de Salobo para realizar entrevista, solicitando inclusive a visita em campo. A resposta para ambos os casos foram padrão, conforme abaixo:

Todas as imagens, publicações e informações da Vale, disponíveis ao público, podem ser obtidas no site da empresa. Os Relatórios de Sustentabilidade são excelentes fontes de consulta.

Para a seção de SUSTENTABILIDADE acesse: <http://www.vale.com/rs2017> e leia as informações sobre a Vale.

Atenciosamente, Vale

⁷⁵Seguem os números dos protocolos abertos: 191107084748-9FC5D3; 191107084544-3F2D37; 191107084440-9B45EC; 191107084257-76F49A; 191001090930-5A5231; 191001090825-3C10B7; 190930064444-0E53F3; 190930064228-745F57; 190930084202-6917DB; 190930084056-EBD7E0; 190930083937-CDE750; 190930083824-2FD8CC; 190917075853-47343B; e 190917075700-F88220.

Devido ao nítido desinteresse em contribuir para pesquisa por parte da firma, optamos por buscar informações com o CBDB, assim como o IBRAM, dos quais são agentes facilitadores que auxiliam as firmas a seguirem as melhores práticas de gestão e técnica em âmbito mundial. O CBDB⁷⁶ cria processos que assegurem as operações de barragens e suas obras associadas da forma mais técnica possível, considerando também que se deve alcançar o máximo benefício para a sociedade, sendo ambiental e socialmente responsável. O CBDB é uma instituição não governamental, encorajando informações e experiências adquiridas em planejamento, projeto, construção e operação de grandes barragens. Contudo, observamos que dentro da sua apresentação em seu site não demonstra inicialmente interesse e/ou preocupação com questões relativas ao pós-fechamento e/ou *desengenharia* dos projetos industriais. A missão da instituição visa “estimular o desenvolvimento, a aplicação e a disseminação das melhores tecnologias e práticas da engenharia de barragens e obras associadas”, no qual apresenta princípios que norteiam os seguintes elementos: valores e comportamentos éticos, compromisso com a sustentabilidade socioambiental, valorização profissional, eficiência e eficácia organizacional, gestão responsável, participativa e transparente. Dentro do planejamento estratégico de 2009 a 2013 (que consta em sua página) os objetivos estratégicos são:

- 1) Colaborar com a Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD/CIGB) em tudo o que tornar necessário e ou conveniente.
- 2) Modernizar a gestão e estabelecer núcleos regionais para a expansão geográfica.
- 3) Ampliar as fontes de recursos financeiros para alcançar o equilíbrio econômico – financeiro.
- 4) Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de inovações tecnológicas e de práticas na engenharia de barragens.
- 5) Realizar estudos para propor às instituições responsáveis subsídios úteis à regulamentação dos aspectos técnicos e socioambientais das barragens e obras associadas.
- 6) Promover eventos e organizar publicações para consolidar, ampliar e disseminar conhecimentos técnicos e tecnológicos sobre projetos, construção e operação de barragens e obras associadas.
- 7) Desenvolver e implementar infraestrutura de comunicação e de marketing para dar conhecimento aos públicos interno e externo sobre aspectos institucionais, planos e ações realizadas.
- 8) Colaborar com as instituições responsáveis pela elaboração e implementação de políticas públicas relacionadas a barragens e obras associadas.
- 9) Interagir com instituições congêneres para a realização de ações afins à engenharia de barragens.

⁷⁶ As informações aqui apresentadas estão disponíveis na página: <http://www.cbdb.org.br/> Acesso em: 17. Dez/2019.

Não foi realizada uma entrevista com a CBDB, apesar de reconhecermos a sua importância para a presente pesquisa. Devido à localização da sede, Rio de Janeiro/RJ, questões de escopo e logística, e também o prazo do pesquisador, optamos por não abrir um chamado à organização. Entretanto, deve ficar claro, desde já a importância dessa instituição para as firmas, dado seu acervo, conhecimento técnico e equipe.

O IBRAM⁷⁷ é uma instituição privada sem fins lucrativos, sendo o representante de diversas empresas e instituições que atuam no setor mineral, buscando o estabelecimento de um ambiente favorável aos negócios, à competitividade e ao desenvolvimento sustentável. Seu principal escopo consiste em fomentar inovações no setor, utilizando-se das melhores práticas e tecnologias disponíveis no mercado, sem tomar parte de manifestações político-partidárias, religiosas e de discriminação de qualquer natureza. Conforme seu Estatuto Social o IBRAM tem como objetivo:

[...] congregar, representar, promover e divulgar, ampliar e fortalecer a imagem e reputação da indústria mineral brasileira, contribuir para sua competitividade nacional e internacional, fomentar seu desenvolvimento sustentável e o uso das melhores práticas de segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores a ela dedicados, colaborar com os poderes públicos, inclusive promovendo estudos e oferecendo sugestões, estimular a pesquisa, o desenvolvimento, a inovação e o uso das melhores tecnologias disponíveis, proporcionar foros para o intercâmbio de conhecimento e de experiências, bem como para a discussão de problemas de interesse da indústria mineral e da normalização nacional e internacional de seus produtos, realizar congressos, exposições, cursos, seminários, oficinas e demais eventos com vistas ao melhor conhecimento da Mineração, sua divulgação e o incremento de sua capacidade tecnológica e da capacitação dos recursos humanos nela empregados, dentre outros, propugnar pela defesa dos interesses da indústria mineral, no Brasil e no exterior, pelo meio ambiente, pelos recursos hídricos e pela melhor interação com todas as partes interessadas na exploração de recursos minerais, tudo com vistas a melhoria da qualidade de vida da sociedade em geral e, em particular, das comunidades onde haja atividade minerária, especialmente as populações mais próximas e diretamente relacionadas com as minas e unidades operacionais (IBRAM, 2018, p. 1).

A pesquisa no IBRAM foi realizada nos moldes propostos para a firma (Vale S.A.), com um funcionário na parte técnica e outro na parte do meio ambiente (FI01 e FI02). Diferente da firma (Vale S.A.), que apresenta sua missão e visão, além sua estrutura do Projeto Salobo e sua barragem, afirmando o compromisso para com a comunidade, algo que não correspondem aos fatos, o IBRAM foi por outro caminho. Nesse sentido, o IBRAM foi coerente com o seu objetivo, ao ceder as entrevistas, por fazer parte da sua missão e visão a abertura para com a

⁷⁷As informações aqui apresentadas estão disponíveis na página: <http://www.ibram.org.br/acesso> em: 17. Dez/2019.

comunidade (sociedade). Devemos reforçar que as opiniões emitidas pelos funcionários são visões pessoais, não podendo considerar como a visão da instituição.

Nesse sentido, o presente subcapítulo será dividido em duas seções, sendo que a primeira apresenta algumas considerações a respeito da Vale S.A. e o Projeto Salobo, e a segunda apresenta os resultados obtidos na entrevista realizada na sede do IBRAM.

A Vale S.A. não demonstrou interesse para a presente pesquisa, distorcendo o *elemento espacial* firma, sendo que acrescentamos além do já abordado, duas questões centrais, sendo: produção/finanças e desengajamento moral, complementando as seções anteriores e tentando suprir a ausência do gerenciamento de risco.

A empresa Vale S.A., em seu relatório de produção do quarto trimestre de 2015 (4T15), período que compreende o rompimento da barragem de Fundão da mineradora Samarco S.A., apresenta que a produção em Mariana ficou 38,6% e 34,2% menor com relação ao terceiro trimestre do mesmo ano, devido ao acidente da barragem de rejeitos de Fundão. Afirmam que desde então: i) a mina de Alegria opera com um processo de beneficiamento a seco, com menor produtividade; ii) a planta de Timbopeba teve suas atividades interrompidas, devido a destruição da correia transportadora; e iii) a mina de Fazendão interrompeu sua produção com a parada nas operações da Samarco S.A. Basicamente o relatório de produção 4T15 da Vale S.A. apresenta apenas suas preocupações com relação à sua operação, não constando em nenhum momento questões mais amplas, como vidas humanas, memórias, emprego, renda, externalidade, até mesmo desconsideram os impactos ambientais do acidente (VALE, 2015).

Ao menos, como pode ser observado, consideraram desde o início que o rompimento da barragem é um acidente e não uma tragédia, atribuindo inclusive o autor correto, Samarco S.A., diferente das tentativas de atribuir esse problema como “Tragédia de Mariana”.

O relatório financeiro 4T15 também se encontra nessa linha, de não responsabilidade: “[...] apesar dos esforços, nossas realizações foram ofuscadas pela ruptura da barragem de rejeitos da Samarco S.A. no início de novembro de 2015” (VALE, 2015, p. 7). Continuam alegando que eles vêm atuando como parceiros da Samarco S.A., comprometidos no suporte às regiões e comunidades afetadas, além da recuperação socioambiental. Diferente do relatório de produção, o relatório de desempenho financeiro dedica duas páginas ao acidente com a barragem da Samarco S.A. Apresentam inicialmente as dimensões do dano (Minas Gerais à Espírito Santo), informando o número de mortes (dezessete pessoas) sem mencionar os atingidos em sua totalidade, apresentando apenas 600 pessoas que viviam na comunidade de Bento Rodrigues. Em sequência, iniciam com uma falácia, ao afirmar que realizaram diversas

atividades logo após o rompimento da barragem de rejeitos, vejamos: “[...] os primeiros socorros, comida, água, estadia, assistência social e suporte financeiro para centenas de indivíduos afetados” (VALE, 2015, p. 8).

Esse movimento até ocorreu, mas não foi de forma alguma “imediatamente após a ruptura da barragem de rejeito”, pois os atingidos foram atendidos no Ginásio Poliesportivo de Mariana, por populares e voluntários, sendo transferidos para hotel apenas depois de uma ordem judicial contra a Samarco S.A. Devemos perceber que se dependesse exclusivamente da empresa as pessoas estariam até hoje no ginásio, afinal, há um custo, uma externalidade negativa, que tentarão negar de todas as formas.

(a) finalizou a recuperação de todas as sete pontes impactadas pela ruptura da barragem; (b) acomodou todas as 369 famílias que perderam suas casas; (c) distribuiu 2.907 cartões de suporte financeiro para os residentes das cidades afetadas (75% do total das famílias afetadas); (d) providenciou atendimento psicossocial para 1.185 famílias; (e) distribuiu 553 milhões de litros de água potável e 59 milhões de litros de água mineral. Tanto a Vale quanto a BHP Billiton, acionistas da Samarco, tem se envolvido ativamente no suporte à Samarco durante esta crise (VALE, 2015, p. 8).

Destarte, reforçam ainda que após o evento a Vale S.A. foi citada na ação civil pública na 12ª vara Federal de Belo Horizonte pela União, pelos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, além de outras instituições. Nesse sentido, essa ação requisitou a indisponibilidade de licença das empresas (Samarco, BHP Billiton e Vale) para a lavra do minério, sem limitar as atividades de produção e comercialização. Outra requisição foi para a remediação dos danos causados pela ruptura da barragem, atribuindo o valor da causa em R\$20,2 bilhões, “a vale tem adotado as medidas necessárias para assegurar seu direito de defesa”, ou seja, se eximir da sua responsabilidade com relação ao crime corporativo, buscando formas para não pagar as externalidades negativas que criaram (VALE, 2015, p. 9).

As Figuras 5.28, 5.29 e 5.30 nos ajuda a compreender os impactos desse rompimento diante ao mercado global. Os preços das commodities do minério de ferro despencaram de forma mais abrupta a partir do ano de 2013, chegando em seu menor índice histórico da série analisada (Figura 5.28). Para compensar, a Vale S.A. se manteve ampliando a oferta, sendo que de 2015 ao presente momento, o sistema sul teve uma queda expressiva de produção. Percebemos também que enquanto o sistema sul vive um momento de crise, o sistema norte ampliou significativamente sua produção, compensando a queda produtiva em termos globais (Figura 5.29). Com um cenário de queda do valor das commodities, adicionando maiores níveis de produção, gerou um componente explosivo de altos níveis de cobrança aos funcionários e redução qualitativa e quantitativa das variáveis de segurança, manutenção e monitoramento.

Figura 5.28 - Série histórica da cotação da commodities de minério de ferro.

Fonte: Elaboração própria a partir do Index Mundi.

Figura 5.29 - Produção de minério de ferro pelos principais sistemas produtivos da Vale S.A.

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de produção da Vale S.A.

Para Mansur, et al. (2016) dentro desse cenário, por meio de uma análise de 1965-2009, houve um aumento do número de acidentes com barragens de rejeito, reforçando que era previsível o acidente tecnológico, dado terem ultrapassado a *capacidade de suporte* e desrespeitarem o metabolismo econômico e ecológico. O ano de 2015, foi sem dúvida, o pior

ano financeiro da série estudada, sendo que o lucro operacional e o líquido, respectivamente, foram aproximadamente -R\$25 bilhões e -R\$46 bilhões, sendo que esse desempenho não se deve exclusivamente à Samarco S.A. (Figura 5.30). O baixo desempenho devido a depreciação do real frente ao dólar (47% em 2015), a queda dos preços das commodities minerais e os *impairments*⁷⁸.

Figura 5.30 - Dados financeiros, operacionais e de investimento da Vale S.A.

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios financeiros da Vale S.A.

Em 2019, após o acidente com a barragem B1 da mina do Córrego do Feijão, da Vale S.A., o preço das commodities tivera/tinha começado a se elevar (Figura 5.27). A produção da Vale apresenta uma queda mais acentuada no sistema sudeste e sul, e uma franca ampliação produtiva do sistema norte (Figura 5.28). Enquanto o sistema sul entra em colapso, prejudicando toda uma estrutura social, ambiental, política e econômica, o sistema norte se amplia, reforçando os riscos das operações dentro da *sociedade de risco*, criando efeitos colaterais latentes.

⁷⁸ Esse é um termo ligado à área contábil, se referindo a um teste de imparidade e deterioração de um determinado ativo. “A Comissão de Valores Mobiliários (CVM), mediante a deliberação 527/07, aprovou o Pronunciamento Técnico CPC 01, que trata sobre o *Impairment* e seus principais tópicos. Um ponto de destaque é o conceito de valor recuperável, que, segundo a norma, é o maior valor entre o valor justo líquido de despesas de venda de um ativo e o seu valor em uso”. Em outras palavras, “nenhum ativo deve estar registrado por valor superior ao seu valor recuperável”. Ver em: <https://blog.sage.com.br/impairment-voce-sabe-o-que-e-isso-2/>

A verificação desses compromissos e suas efetivas realizações precisam de uma análise *in loco* (no local), fugindo do escopo do trabalho. Entretanto, devemos considerar a afirmação do Diretor Presidente Eduardo Bartolomeu:

“Estou comprometido em liderar a Vale no momento mais desafiador de sua história. Trabalharemos incansavelmente para garantir a segurança das pessoas e das operações da empresa. Nós nunca esqueceremos Brumadinho e não pouparemos esforços para aliviar o sofrimento e reparar as perdas das comunidades impactadas. Este enfoque nas pessoas e na segurança impulsionará nossa excelência operacional e fortalecerá nossa licença para operar, garantindo resultados sustentáveis através do fornecimento de portfólio de produtos de alta qualidade” (VALE, 2019, p. 3).

Essa afirmação instiga para compreendermos se, de fato, a Vale se encaixa no mito do desengajamento moral de Medeiros, Silveira e Oliveira (2018). Esse estudo torna-se fundamental, principalmente pelo fato de que não foi possível entrevistar os funcionários da Vale S.A. Isso porque não pudemos identificar, nos relatórios estudados, as questões aplicadas às diversas ferramentas de gerenciamento de riscos, tópico de suma importância para compreender a *totalidade espacial*, sobretudo, com relação ao elemento espacial das firmas, por dentro da *sociedade de risco*.

O único ponto acessível, diante desse cenário, é o último risco apresentado, com uma conotação do mercado financeiro, referente ao risco de reputação e *compliance*. Assim, compreendemos a retórica da empresa com relação ao acidente. Medeiros, Silveira e Oliveira (2018), procuraram responder seis questões referentes ao desengajamento moral, sendo: Quem nós somos? Quais são os nossos valores? O que aconteceu? Como e por que isso aconteceu? O que nós fizemos para isso não acontecer? E o que nós fizemos depois que isso aconteceu? Ao final, identificaram os três mitos apresentados no caso da Samarco S.A.: (a) nós estamos fazendo o que deve ser feito; (b) nós não colocamos a sociedade e o meio ambiente em risco; (c) a culpa não é nossa. Dessa forma, realizamos uma análise não tão aprofundada como o referido trabalho, mas avaliamos se estes pontos se aplicam ao crime corporativo da Vale S.A., pois, eles impactariam diretamente no risco de reputação e *compliance* e, posteriormente, no risco de mercado. No presente estudo, aplicaremos esses três mitos de forma inversa, nesse caso, por questões didáticas e estruturais, visando principalmente, atender o escopo da pesquisa.

O desengajamento moral, utilizado por Bandura (1990, 1991) refere essa ação como um conjunto de manobras e comportamentos psicossociais, de forma que a sociedade não compreenda as condutas transgressoras dentro de um comportamento negativo. Para Medeiros, Silveira e Oliveira (2018, p. 75), dentro do processo de tomada de decisão moral, quatro passos ocorrem: i) consciência moral, que se refere ao reconhecimento da natureza moral da situação;

ii) julgamento moral, quando o indivíduo toma a decisão do que é moralmente certo na situação; iii) intenção moral, que consiste na decisão de priorizar os valores morais sobre os outros valores; e iv) a ação moral, ou seja, o engajamento com a ação moral, quando se combinam a intenção moral com o comportamento moral. Para os autores (2018), o foco das pesquisas nessa área recai para os três primeiros passos, sendo que, no caso da Samarco S.A. o ponto central é o último, ação moral. Essa estratégia de desengajamento moral ocorre quando as firmas adotam condutas transgressoras e fazem uso desse mecanismo de forma a obter um desligamento seletivo de autorrepressão moral. Em outras palavras, “é pelo desengajamento moral que o conteúdo moral é desvinculado da conduta e o ator age em busca do seu objetivo” (MEDEIROS; SILVEIRA; OLIVEIRA, 2018, p. 76).

Com relação ao rompimento das barragens, vários nomes foram dados: tragédia, acidente, desastre, entre outras. Essas atribuições, encontram-se dentro de um escopo, a tentativa de modificar e de distorcer a percepção da sociedade para com o comportamento transgressor; atribui, inclusive, o fato gerador ao município, em vez da empresa. Todavia, não se pode esquecer o nome correto do evento, um crime corporativo, pois, dentro dos *sistemas de objetos*, houve atos criminais de omissão, sendo que dentro dos *sistemas de ações*, resultaram em tomadas de decisões que, deliberadamente derivaram no evento por adoção de medidas negligentes.

A Câmara dos Deputados (2019) mediante a Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI), (responsável pela investigação do caso), tendo como presidente o deputado Júlio Delgado (PSB) e relator o deputado Rogério Correia (PT), ao indagarem sobre o Gerenciamento de Riscos do Negócio, receberam a seguinte resposta:

Em outra dimensão, existia, ainda, outro grupo, Gerenciamento de Riscos do Negócio, onde não somente barragens eram discutidas ou ferrosos eram discutidos. Eram discutidos descarrilamento de trem de passageiro, riscos de navio que poderia afundar, riscos financeiros. E esse Gerenciamento de Negócios era liderado pela área corporativa. Era da Vale inteira; não era só de ferrosos; era de todos os negócios da Vale, onde, naturalmente, barragens também eram discutidas. E eram comitês mensais, subcomitês e comitês mensais, que faziam um resumo, depois, para a Diretoria Executiva. Este é o conjunto de comitês, de grupos que faziam a segurança da barragem na Vale (CAMERA DOS DEPUTADOS, 2019, p. 370).

Não foi possível identificar as formas como a empresa aplica o gerenciamento de riscos em seus negócios, apesar de os comitês serem mensais, não há nada disponível para o público. Quando solicitado, via protocolo, a resposta é padrão, apresentada no início desse subcapítulo. Nem mesmo, os relatórios de produção apresentam pontos sobre o gerenciamento de riscos,

tornando tudo ainda mais obscuro, um receio já exposto como elemento oculto, a *sociedade de risco*. Esses documentos foram disponibilizados para a CPI, assim, verificou se o mapeamento de risco estava sujeito à avaliação e revisão da Diretoria Executiva, sendo posteriormente distribuído aos diretores e gerentes. Isto posto, o mito afirma: “a culpa não é nossa” não deveria se aplicar, pois, era de conhecimento da Diretoria Executiva os riscos do negócio.

Diferente da Samarco S.A., que atribuiu o acidente a causas naturais, a Vale não adotou essa postura, a empresa assumiu de forma um pouco mais ampla a sua responsabilidade pelo rompimento. Na Câmara dos Deputados (2019), os depoentes afirmaram a CPI tinham conhecimento das pequenas falhas, das quais, sendo analisadas em conjunto poderiam ser considerados um grande problema. Todavia, esse tópico merece uma atenção micro, local, pois é uma estratégia muito eficaz por parte das empresas para dissuadir o público de que a culpa é da firma. Geralmente, o argumento dessas empresas, , tanto em termos jurídicos, quanto regulatórios é que fazem mais do que o necessário. Eles adotam um argumento de boas práticas internacionais, justificando suas atitudes mediante relatórios complexos para leigos, ou atribuindo a culpa aos projetistas e auditores (TÜV SÜD), algo que se percebe, no caso da barragem B1. Conforme a El Pais (2019), há uma guerra travada entre a Vale e a Tüv Süd pela responsabilidade do rompimento da barragem I, logo, reforça o desengajamento moral com relação ao mito: “a culpa não é nossa”.

O segundo mito afirma: “nós não colocamos a sociedade e o meio ambiente em risco”, sendo um discurso com uma narrativa para persuadir a sociedade “[...] de que as consequências não são tão graves, pois podem ser minimizadas pelas ações da empresa” (MEDEIROS; SILVEIRA; OLIVEIRA, 2018, p. 80). Em sua página na internet, a Vale S.A. tem uma parte dedicada a prestação de contas com relação à reparação dos danos. É apresentado os procedimentos de indenização em três frentes: i) a indenização emergencial apresenta que são mais de 106 mil pessoas a receber uma ajuda mensal; ii) indenização individual e por núcleo de família, que são 723 acordos e 2300 beneficiários; e iii) indenização trabalhista, sendo 516 acordos e 1539 beneficiários. Uma forma para compreender esse segundo mito, seria analisar localmente cada um dos atores que receberam as indenizações, para compreender o seu nível de satisfação com o atendimento prestado. Além dessa informação, as principais frentes e resultados com relação ao balanço de reparação é apresentado na Figura 5.31.

Figura 5.31 - Ações do balanço de reparação com dados de 29/11/2019

Social	Obras	Ambiental	Segurança
<p>+ de 500 milhões de litros de água distribuídos para o consumo humano, animal e irrigação agrícola</p> <p>18 mil atendimentos médicos e psicossociais</p> <p>R\$ 382 milhões em repasses para órgãos públicos</p>	<p>2.750 trabalhadores envolvidos nas obras emergenciais</p> <p>R\$ 359 milhões investidos em obras emergenciais</p> <p>Manutenção de 430 km de vias</p>	<p>+ de 4 milhões de análises da água, solo e rejeito ao longo da calha do Paraopeba</p> <p>340 animais resgatados foram adotados ou reintegrados a seus lares</p> <p>+ de 3 bilhões de litros de água tratada devolvidos para o Rio Paraopeba</p>	<p>Implementação de melhorias nas estruturas como a redução do nível de água e limpeza dos canais de drenagem.</p> <p>Cerca de 90 barragens são monitoradas 24h por dia no Centro de Monitoramento Geotécnico*</p> <p>R\$ 7,1 bilhões serão investidos em descaracterização de barragens</p>

Fonte: Vale S.A. Disponível em: www.vale.br ... Acesso: 29 de nov. 2019.

Diante do apresentado, aparentemente temos a sensação de certa normalidade do processo, assim, somos levados a pensar que esse é o preço a ser pago pelo crescimento econômico a todo custo, baseado no *in dúvida* pró-progresso, levando a sociedade a uma armadilha social. A empresa, nesse caso se apresenta como pronta e por isso, estaria reparando os danos causados. Esse mito também é reforçado pela narrativa de que o material é inerte e não é tóxico. Isso, dá a sensação sobre as consequências não serem assim tão graves como parecem ser. Dessa maneira, sabemos que os laudos de especialistas das mais diversas áreas são contratados pela empresa, isso, com o objetivo de “tranquilizar” a população e de criar uma falsa sensação de normalidade.

Com relação ao último mito analisado: “nós estamos fazendo o que deve ser feito”, deve ser compreendido como uma forma de recuperação do passado, persuadindo por sua vez a sociedade “[...] de que ela sempre fez o que deve ser feito e assim continuará a fazer” (MEDEIROS; SILVEIRA; OLIVEIRA, 2018, p. 79). Da mesma forma que Medeiros, Silveira e Oliveira (2018) analisaram esse tópico com relação à Samarco S.A., percebemos que o roteiro discursivo é bem-parecido, a empresa reforça sua responsabilidade econômica para o crescimento nacional, por meio do pagamento de impostos, geração de empregos, infraestrutura e investimentos. Os autores (2018) reforçam que o mecanismo utilizado é de rotulagem eufemística, buscando mascarar atividades e ações reprováveis, atribuindo a classificação de acidente, sendo, na verdade, crimes corporativos. Eles destacaram que por meio “da higienização e de um discurso sedutor, a conduta destrutiva torna-se positiva, pois ressalta que

a empresa age em conformidade com a lei, realizando, além disso, inspeções por equipes próprias” e terceirizadas (MEDEIROS; SILVEIRA; OLIVEIRA, 2018, p. 80).

Contudo, a Vale S.A., em seu Relatório de Administração, assim como nos Relatórios de Produção e Financeiro, apresenta quatro iniciativas “proativas” que se seguiram após a ruptura da barragem:

(a) assistência aos atingidos e recuperação da área atingida pelo rompimento da Barragem I; (b) apuração das causas pelo rompimento da Barragem I; (c) garantir a segurança das estruturas a montante e das comunidades no seu entorno; (d) aceleração do processo de descomissionamento ou descaracterização de nossas barragens a montante remanescentes (VALE, 2018, p. 3).

Diante do exposto, percebemos que os três mitos do desengajamento moral aplicado à Samarco S.A., por Medeiros, Silveira e Oliveira (2018), são reproduzidos perfeitamente pela Vale S.A., enquadrando nos riscos de reputação e *compliance*. Para Bandura, Caprara e Zsolnai (2000) essa transgressão corporativa já é um fenômeno bem conhecido no mundo dos negócios, algumas firmas violam as leis e regras morais com práticas organizacionais que afetam a sociedade e o ambiente natural. Como as leis e regulamentos apresentam diversas brechas, esses crimes corporativos raramente são classificados como deveriam ser: CRIMES! Isso se dá pela capacidade e poder de mobilização de recursos, de natureza técnica, jurídica, material e/ou simbólica, que as corporações têm para influenciar a percepção com relação à sua conduta transgressora (BANDURA; CAPRARA; ZSOLNAI, 2000).

O risco de reputação e *compliance*, já analisado em subcapítulos anteriores, deve ser entendido para que a corporação esteja em conformidade com as normas e procedimentos impostos em termos morais e éticos, indo além do mero cumprimento das leis. Conforme Assaf Neto (2006, p. 120) esses riscos influenciam o mercado, pois “[...] está relacionado com o preço que o mercado estipula para ativos e passivos negociados pelos intermediários financeiros, ou seja, com o comportamento verificado no preço de um bem no dia a dia”.

Já Gitman (2004, p. 184) ao se pensar em mercado financeiro, é bastante claro ao definir risco como uma possibilidade de perda financeira. Para este autor, ao se pensar no risco e retorno, a teoria fundamental que relaciona esses conceitos é conhecida como Modelo de Formação de Preços de Ativos (CAPM)⁷⁹. Esse modelo liga o risco não-diversificável ao

⁷⁹ “O CAPM (*capital asset pricing model*) foi desenvolvido para explicar o comportamento dos preços dos títulos e oferecer um mecanismo pelo qual os investidores pudessem avaliar o impacto do investimento em um título sobre o risco e o retorno gerais de suas carteiras. O modelo baseia-se na hipótese de um **mercado eficiente**, com as seguintes características: muitos investidores pequenos, todos dispondo das mesmas informações e expectativas a respeito dos títulos; ausência de restrições ao investimento, nenhum imposto e nenhum custo de transação; e

retorno para todos os ativos, considerando também os riscos diversificáveis, para se encontrar o risco total. Nesse sentido, o risco de reputação e *compliance* em teoria, poderia afetar a formação dos preços dos ativos da Vale S.A., em ambos os rompimentos mais críticos (2015 e 2019), algo que não ocorreu em médio e longo prazo.

Demonstra, portanto, que o retorno de mercado pode ser elevado, ele ter sido impulsionado devido a taxa livre de risco (Taxa Selic) apresentar a menor cotação histórica, tornando o retorno exigido do ativo mais atraente. Não somos contrários a juros baixos, muito pelo contrário, apenas estamos demonstrando uma relação que pode impactar os mais diversos elementos espaciais. Além disso, a depreciação do real frente ao dólar, para o setor mineral, é excelente, pois torna o retorno mais alto, impactando e influenciando negativamente em diversas outras estruturas produtivas, devido ao custo do investimento, acarretando a desindustrialização.

Esse efeito demonstra que a proposta de Harry Markowitz, de 1952, é importante atualmente, carecendo de debates futuros ao se pensar na questão mineral. Dentro da teoria da perspectiva e tomada de decisões sob incerteza, temos o modelo Markowitz⁸⁰, esse modelo constitui nas primeiras soluções relativas às atitudes dos investidores sobre diferentes jogos, em que “[...] diferentes montantes eram implicitamente comparados à sua riqueza costumeira, e os jogos por grandes somas comparadas com a riqueza costumeira são tratados de modo mais conservador”, nesse sentido, “[...] uma disposição de jogar depende muito do status quo” (ELTON, et al., p. 485).

Brealy, Myers e Allen (2013, p. 170) reforçam que esse modelo chamou a atenção “[...] para a prática comum da diversificação de carteiras e mostrou como o investidor pode reduzir o desvio-padrão do retorno da carteira mediante a escolha de ações cujas oscilações não são exatamente paralelas”. Compreender o *status quo*, bem como, os riscos e retornos relacionados ao mercado financeiro também se constituem elementos necessários para que se possa compreender a totalidade espacial, mas estão fora do escopo da atual pesquisa.

investidores racionais que encaram os títulos da mesma maneira e têm aversão ao risco, preferindo retornos mais altos e riscos mais baixos” (GITMAN, 2004, p. 207).

⁸⁰“O modelo de Markowitz implica que a função de utilidade de um investidor é convexa em alguns pontos e côncava em outros, o que é bem diferente da pressuposição típica da concavidade da função de utilidade em qualquer ponto. Enquanto os modelos financeiros clássicos em geral consideram uma postura consistente de aversão ao risco como sendo a atitude racional em relação à incerteza, vários pesquisadores desde Markowitz exploraram a evidência de modelos em que a aversão ao risco (ou a busca do risco) depende muito da maneira como os riscos são colocados em contexto pelo investidor e do conceito de risco do investidor. Nesses modelos, a psicologia do investidor, o humor e os “atalhos” mentais ou a heurística desempenham um papel importante na determinação da escolha do investidor” (ELTON, et al., 2012).

Entretanto, conforme a Figura 5.32, e as informações já analisadas, em 2015 houve uma desvalorização de seus papéis que vão além do rompimento da barragem da Samarco S.A., sendo que teve uma ampla expansão até o ano de 2018. No rompimento da barragem da Vale S.A. em 2019, houve uma desvalorização dos papéis no primeiro momento, mas ao que tudo indica a expansão da produção no sistema norte, à valorização das commodities minerais, a desvalorização da moeda nacional, a queda da taxa Selic, a inflação controlada e as narrativas de desengajamento moral foram suficientes para que os papéis não tivessem uma grande desvalorização. Pelo que tudo indica o mercado não está tão preocupado com o acidente de 2019, pois, suas ações estão 4 a 5x mais valorizadas do que em 2015. Assim, observamos, as ações atuais estão mais valorizadas que no boom das commodities. Em outras palavras, a empresa está conseguindo adotar um modelo CAPM que seja vantajoso para os acionistas, mesmo sendo desvantajoso para a sociedade e ambiente natural. Enquanto o Ibovespa bate recorde, a sociedade e o ambiente natural continuam na lama.

Figura 5.32 - Série histórica da cotação das ações da Vale S.A.

Fonte: Elaboração própria a partir do Yahoo Finanças.

A mina de Salobo não é uma extração de minério de ferro, carro chefe da empresa Vale S.A., realizando a extração de cobre e seus subprodutos, como o ouro. A Figura 5.33 apresenta a produção de cobre da Vale S.A. em termos globais, como também, a produção da mina de Sossego, projetos de cobre pertencentes ao sistema norte. A curiosidade com relação aos

relatórios de produção analisados é que a produção de ouro deixou de ser contabilizada de forma individual (por mina) no início de 2016, sendo alocadas como produção global. Torna-se assim mais difícil de compreender o quanto efetivamente sai de ouro por mina, o que torna o procedimento menos transparente. Foi solicitado via protocolo a produção da mina, todavia, assim como os demais protocolos, a resposta foi padrão, não apresentando nenhuma informação quanto a questão solicitada. Na Figura 5.34 apresenta a evolução do preço do cátodo de cobre em US\$, que vem apresentando uma média a partir de 2010 de US\$ 6.774,34 nesse período.

Figura 5.33 - Produção mineral de Sossego e Salobo.

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de produção da Vale S.A.

Figura 5.34 - Série histórica da cotação do preço do cátodo de cobre.

Fonte: Elaboração própria a partir do Index Mundi.

Para fechar esse subcapítulo, que tem por objetivo apresentar as visões dos funcionários do IBRAM, será apresentado as percepções com base no material coletado durante as pesquisas em campo. Devemos sempre reforçar que não é o posicionamento da corporação e sim, um apanhado de percepções dos ativos mais importantes das organizações, as pessoas/funcionários. Por esse ângulo, as entrevistas foram pautadas em um questionário padrão (ANEXO II), estruturado de forma que dialogue com o modelo proposto (Figura 3.16) ao longo desse estudo, aplicado a todos os atores envolvidos com essa temática. Para o funcionário que lida com a parte técnica da mineração será tratado como FI01 e para o meio ambiente FI02.

A estrutura, processo, função e forma é o primeiro item analisado pelo entrevistado (FI01), para ele, o país sempre viveu a mineração dentro de dois segmentos básicos: as grandes mineradoras, e os pequenos e médios mineradores. Em ambos os seguimentos a consciência ambiental só se tornou uma prática real das firmas a partir da Eco92⁸¹, entendendo que este evento foi um divisor de águas para o setor mineral. O entrevistado (FI02) complementa que esse evento culminou na Rio+10⁸², sendo esse a consolidar algumas bases para a questão

⁸¹ A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, Cúpula da Terra e Rio 92. Essa conferência reuniu chefes de estado de diversas nações, sendo organizada pelas Nações Unidas e realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil, cujo objetivo foi debater os problemas ambientais mundiais.

⁸² Rio+10 ou Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável foi um fórum de discussão das Nações Unidas realizado em setembro de 2002, em Johannesburgo, África do Sul. Teve como objetivo principal discutir soluções

mineral. Ambos concordam que o setor mineral continua conservador, pouco transparente e muito hermético, sendo que o dia a dia do IBRAM consiste em abrir os olhos dos associados para as novas tendências, com a pauta central da transparência. Considerando as questões relacionadas às barragens, o objetivo do IBRAM é buscar as melhores práticas, principalmente aquelas que culminam em políticas públicas inclusivas, sem radicalismos.

Os entrevistados percebem que a tendência no futuro é a não utilização das barragens, com adoção de técnicas menos agressivas aos demais elementos espaciais (sociedade e ambiente natural). O entrevistado (FI01) destacou que a maioria das barragens do Brasil com mais de 20 anos não possuem As Build, ou seja, ninguém sabe como elas foram construídas, sendo que inúmeras pessoas buscam “soluções” sem ao menos conhecer o passado, projetando um futuro sem perspectivas históricas. Nesse sentido, ambos apresentam uma terminologia de “mineração cirúrgica”, cuja ideia seria uma reengenharia das minas, retirando apenas o que se necessita, como alternativa as atuais barragens. Para ambos após o crime corporativo da Samarco (2015), o setor mineral, no qual planejavam minerar as barragens, tornou-se uma alternativa contestável, pois essa operação tem riscos desconhecidos. Pelo que tudo indica, reforçou (FI01), essa prática tende a não acontecer, pois os riscos financeiros e operacionais são melhor compreendidos pelos empreendedores hoje, tende a declinar de projetos de elevado risco.

Percebemos que ambos são críticos às formas como estão sendo tratadas as questões das barragens, pois, muitas das soluções apresentam um caráter eleitoreiro, sem um aprofundamento técnico do assunto. A proibição nesse sentido não torna o processo mais seguro, até mesmo viável, apesar de concordarem que a proibição das barragens a montante, dado seu histórico de rompimentos e falta de histórico construtivo, devam, de fato, serem proibidas. O maior problema observado é a ineficiência da fiscalização, pois para o setor mineral as instituições necessitam de uma fiscalização altamente qualificada. Com essa fiscalização altamente qualificada os empreendedores não necessitariam de certificadores externos, tornando o negócio mais viável e com maiores possibilidades de investimento. A barragem deve ser compreendida apenas como um acessório, sendo que a questão central é o manejo dos resíduos de forma eficiente. Assim, o entrevistado (FI01) destaca: quanto mais barragens, mais ineficiente é o processo produtivo, e a criação de grandes barragens só

já propostas na Agenda 21 primordial (Rio 92), para que pudesse ser aplicada não só pelo governo, mas também pelos indivíduos.

demonstra a falta de controle operacional das firmas, deixando exposto que estão perdendo dinheiro.

A escala sustentável do ambiente natural considerando a *capacidade de suporte* é percebida pelo entrevistado (FI02) como uma das pautas mais importantes do setor mineral. Na sua visão, as grandes empreendedoras compreendem melhor essas questões, pois elas estão dentro das regras propostas pelo Estado, exemplificando com a temática de recursos hídricos. Esse entrevistado lembra-se da economia circular para endossar o discurso de uma mineração sustentável, por ser um recurso não renovável, apesar da complexidade que há no setor, sobretudo, quando se relaciona a esse conceito.

Já o entrevistado (FI01) percebe o grande problema desse assunto está nas universidades pela incapacidade de abordar nos cursos de engenharias essa temática. Na prática, o profissional, quando da academia não recebe um aporte adequado para uma atuação diversa que contemple uma percepção aplicável, tanto para os grandes empreendimentos, quanto para os pequenos. Outro problema apresentado pelo entrevistado, é que se não for tomado uma atitude no Brasil sobre o legado da mineração (de bom e ruim), caminharemos para uma “moratória mineral”, cabendo às futuras gerações a decisão sobre o assunto. FI01 usa como exemplo a situação da extração de petróleo, investindo grandes quantidades de recursos financeiros em um petróleo de baixa qualidade e alto risco, sendo que hoje existem alternativas mais interessantes de obtenção de energia, com menor impacto ambiental e custos de investimento. Assim, o petróleo se encaixa na “moratória mineral”, pois, é melhor deixar para as futuras gerações a decisão sobre o uso desses recursos, optando no presente em alternativas que maximizem as potencialidades territoriais (energia solar, eólica e biomassa).

A distribuição justa e os limites do Estado são tratados, considerando a CFEM e os mecanismos adotados pelas instituições do Estado. O entrevistado (FI02) destacou que o CFEM não é um imposto ou taxa, e sim uma compensação pelo uso de um recurso da União, visto que o problema é este recurso entrar em um caixa do município, caindo a posteriori na armadilha do caixa único. Uma pauta que vem sendo debatida é que deve ser do interesse do empreendedor a forma como o Estado implementa esse recurso, sendo que hoje é impossível dizer como foram alocados e distribuídos, necessitando de um “observatório da CFEM”.

Já o entrevistado (FI01) destacou que esse recurso não está sendo recolhido em sua totalidade, apresentando dois relatórios (TC034.373/2012-8 e TC017.199/2018-2) do Tribunal de Contas da União (TCU). Nesses relatórios, os auditores detectaram que apenas 20 a 25% dos valores devidos são pagos ao Estado. Assim sendo, se no ano passado foi recolhido

aproximadamente R\$3 bilhões, o valor devido era de R\$12 bilhões. Para FI01, não adianta aumentar a arrecadação se não houver compromisso para o uso dos recursos, pois são recursos da União. Ambos citam Parauapebas e sua distribuição desigual, pois o centro é totalmente estruturado, mas o entorno lembra a Europa do século X.

No sentido da distribuição, o entrevistado (FI02) informa que há uma discussão ampla na instituição com relação a agenda 2030⁸³ e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando o compromisso da maioria das empresas de mineração, para além da filantropia com a área de investimento social privado. A ideia vai corroborar com a proposta dos negócios sociais, focado em ações empreendedoras que gerem emprego e renda para as comunidades locais. A lógica espacial na mineração deve ser entendida não como centro, mas como partícipe do arranjo local, eliminando as relações de dependência.

O entrevistado (FI01) é um pouco mais enfático ao afirmar que não há uma distribuição justa no setor mineral devido o Estado não compreender quanto vale uma determinada jazida no chão (subsolo). Assim, exemplifica com o fundo soberano da Noruega, com relação ao petróleo, do qual, apenas depois de 10 anos, o conselho irá decidir o que irá ser feito com os recursos obtidos no tempo presente, seguindo essa lógica sucessivamente. Percebe com isso uma alternativa para o Brasil, fugindo da moratória mineral.

Exemplificamos que a proposta basicamente consiste em investir o dinheiro da CFEM, ou outro recurso (imposto ou taxa), em fundos de rentabilidade fixa (baixo risco), para que após 10 anos o conselho político defina o uso desses recursos, que pode muito bem ser reinvestido e repensado após 10 anos.

A pesquisa segue compreendendo a visão ética (curto ou longo prazo), pela noção do *devoir*, considerando a finitude dos minérios como uma realidade temporal. Para o entrevistado (FI02) o conhecimento está posto, todos sabem da finitude, mas persistimos no erro de desconsiderar essas questões. Informa sobre o Guia de Fechamento de Mina, elaborado em parceria do IBRAM com o prof. Dr. Enriquez Sánchez (USP), tendo como escopo estratégias para o fim do ciclo mineral e o pós-fechamento, algo que deve ser feito antes mesmo de abrir a mina, envolvendo todos os atores afetados direta ou indiretamente.

Para o entrevistado (FI01) na perspectiva brasileira contemporânea, poucas jazidas foram finalizadas por exaurimento, sendo que a maioria optou pela suspensão temporária e pelo

⁸³“Esta Agenda é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável” (ONU, 2015). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

fechamento prematuro. Além disso, o entrevistado insiste em sua crítica as universidades, na sua visão a engenharia nacional está desmoralizada mundialmente, exemplificando os diversos acidentes que ocorreram no país nos últimos anos.

Pensando na finitude dos minérios, o entrevistado (FI01) reforça que o Brasil ainda não tem essa experiência, ressaltando inclusive a necessidade de se compreender melhor esse termo. Para FI01, com relação a situação de Itabira/MG, muitos afirmam que a extração irá acabar em breve, no entanto, na sua visão, isso não irá ocorrer, pois “estamos apenas arranhando a crosta da terra”. Logo, existem alternativas de se utilizar o minério ruim de Itabira/MG e blindar com o minério bom da S11D, vendendo ao mercado externo, ou se ficar caro, blinda com o minério da mina de Brucutu e vendendo para a siderurgia nacional. Além dessas alternativas, a tecnologia está avançando, isso torna possível a realização de coisas inimagináveis. Contudo, a produção não irá acabar, e sim diminuir, sendo que a cidade não se preparou para nenhum desses momentos. As províncias minerais geralmente não são amplamente conhecidas, o que torna a finitude um problema metodológico.

O entrevistado (FI02) teria lembrado que muitos países no passado eram fortes em recursos minerais, como Suécia e Inglaterra, se transformaram em países em tecnologia em atividades de mineração, por não ter mais o bem mineral (lembrando a curva de Kuznets).

Ambos reforçaram que ao se pensar no *devoir*, ou seja, no fechamento das minas, é necessária uma atuação forte do Estado e de uma academia visionária. Colocam ainda que hoje, o IBRAM tem uma dificuldade com relação à abertura das universidades. Assim percebem que as universidades estão deslocadas do mundo real, com uma base curricular desatualizada, não abrangendo as pautas de forma técnica, social e ambiental, diante de toda estrutura e complexidade exposta até o momento.

Entrando no objeto do estudo, Projeto de Salobo e sua barragem Mirim, ambos não conheciam a realidade local, apresentando uma análise mais geral a partir do conhecimento de outros projetos. A *ordem técnica*, *jurídica* e do *simbólico* foram levantadas ao longo da entrevista. Para o entrevistado (FI01) nos planos de ação e contingência das mineradoras, ordem técnica, lembra que o Museu Nacional do Rio de Janeiro, assim como a Catedral de Notre Dame tinham planos de ação e contingência, e deu no que deu. Com isso, percebemos que ele não buscou justificar os erros técnicos com os exemplos citados, mas apenas demonstrar que os planos não operam sozinhos.

Dessa maneira, esse tipo de debate com a sociedade ocorre a partir de 2015 com o rompimento da barragem da Samarco S.A. O entrevistado (FI01) faz uma crítica *aordem*

jurídica, pois tantas leis quanto recursos, resultam em poucas soluções, o que significa uma falha do modelo. Contudo, sabemos que poucos casos possuem trânsito em julgado, ou seja, não apresentam alternativas de recursos.

Para a *ordem do simbólico* foi indicado o livro Brumadinho, a engenharia de um crime (2019), tratando especificamente do sofrimento social com os casos lá relatados. O entrevistado (FI02) acrescenta que a resposta aos atingidos pela mina da Vale S.A., no município de Brumadinho foi muito mais efetiva em comparação a Samarco S.A. A Samarco S.A. criou um modelo robusto em teoria, com participação social plena (Fundação Renova), mas até hoje poucas respostas foram apresentadas, demonstrando a ineficácia do modelo. Observamos que comparado a Samarco S.A., a Vale S.A., teve uma boa gestão de crise, assumindo para ela a responsabilidade.

Assim, (FI01) corrobora com o tema e afirma que tecnicamente o setor mineral não aprendeu nada, ou quase nada, com a barragem de Fundão. Em compensação, o Ministério Público (Federal e Estadual), o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil, entre outros, aprenderam tudo, ou quase tudo. Isto posto, no momento em que o setor mineral buscou apresentar as mesmas soluções, as instituições do Estado fizeram a contraposição reforçando a nossa tese de que diz respeito ao fato do Estado, atuar como elemento espacial e central para que as firmas alterem os seus procedimentos, gerando o *efeito transbordamento*, e de modificação da ação humana.

Os planos de fechamento de mina considerando as rugosidades espaciais e o pós-fechamento são tratados, pensando pelo caso hipotético da empresa falhar com suas obrigações, recaindo os passivos ambientais para a sociedade. Para o entrevistado (FI01), não há nenhum mecanismo na legislação para eliminação desse risco, ficando para União o passivo ambiental. Nesse sentido, o entrevistado (FI02) reforçou que a inação do Estado se apresenta nessa hipótese, pois, as empresas dão sinais de não estarem saudáveis financeiramente.

O entrevistado (FI01) corrobora que essa questão foi pacificada pelo STF em meados de 2006, a qual, em caso de falha do empreendedor será a União o responsável pelo passivo ambiental. Se a União não fiscalizou durante a vigência da concessão, ela é corresponsável. Ele cita como exemplo a recuperação ambiental da bacia carbonífera do Sul Catarinense. Nesse caso, a empreendedora de extração de carvão na região deixou o passivo ambiental para a sociedade. Isso ocorreu devido ao desincentivo do governo Collor (1990-1992) durante o período, tornando a atividade inviável, sendo que, naquele momento as questões ambientais não eram pontos centrais: no final do julgamento, os empresários e o Estado de Santa Catarina

foram retirados do processo, e a União ficou com os passivos. Vale dizer que os passivos ambientais da mineração hoje são desconhecidos, carecendo de estudos aprofundados sobre esse problema. Não se sabe, por exemplo, quantas minas abandonadas tem no Brasil.

Além desses pontos, também precisamos pensar nos riscos de descomissionamento e sobre a *sociedade de riscos*, sobretudo, com relação às estruturas das barragens. O trecho na lei PSNB relacionado ao “quando couber” é abordado pelo entrevistado (FI02). Sabemos que essa lei tem uma abordagem mais abrangente, ela não se restringe apenas a mineração, uma vez que há barragens sem a necessidade desse processo.

Para o entrevistado (FI01), nos dias atuais, ninguém sabe ao certo o que vem a ser descomissionar uma barragem, porque não há uma fórmula, afinal, cada projeto é único. Desse modo, pela complexidade dos projetos com barragens gigantescas, torna tudo ainda mais confuso, pois ainda não houve uma experiência dessa proporção em nenhum lugar do planeta. Outro ponto tratado, indo além do evento rompimento, foi a contaminação do solo (como a extração de ouro). Para materiais sem contaminantes existem as normas ABNT de aderência voluntária.

Por fim, ao se tratar da desengenharia, afirmaram que essa questão deve estar nos EIA/RIMAs e PRADs, afinal, o fechamento e pós-fechamento deve iniciar antes das operações. O entrevistado (FI01), ao considerar o conceito de desengenharia aplicada à mineração, diz respeito a um problema metodológico, para ele a mineração hoje representa entre 0,5% a 1,0% do território nacional, sendo que não se conhece os passivos ambientais (minas abandonadas), no qual, não supera 1% do território. Logo, como pensar em um gigante desse, sem considerar caso a caso?

O entrevistado (FI02) destacou que em alguns territórios utilizados pela mineração são criados aterros sanitários. O entrevistado (FI01) complementa, apresentando o problema dos ambientalistas radicais que exigem a impermeabilização para solos sem necessidade, solos que apresentam essas características, desconsiderando os custos desses processos e a realidade das prefeituras, resultando em lixões a céu aberto. Por fim, essa falta de flexibilidade por parte dos ambientalistas mais radicais, em sua visão, torna os órgãos ambientais rígidos, sem solucionar problemas mais graves.

Assim, como questão aberta, o entrevistado (FI01) informa que em 2016 o Brasil sediou no Rio de Janeiro o Congresso Internacional de Mineração, destacando a importância de analisar os Anais desse evento. O entrevistado destaca um ponto que o tem preocupado, a falta da formação acadêmica de economistas minerais. A economia mineral hoje é uma matéria

dentro da engenharia de minas, geologia e engenharia da produção, sendo preciso uma formação de economistas sociais, geográficos e ecológicos, alinhados com a complexidade do setor mineral. Hoje os programas apresentam essas linhas de pesquisa estão muito ligados aos resultados da engenharia (empreendedor), desconsiderando a parte social e ambiental, sendo que o economista mineral deve ser um sociólogo mineral.

Não podemos desconsiderar que o IBRAM não é totalmente independente das empresas, afinal, sofrem influência delas. Um exemplo é o seu conselho ter como representantes funcionários da Vale, entre outras. Logo, o IBRAM vai ao encontro com os interesses das firmas, pois dentro de suas múltiplas funções, passam a defender o *status quo*, criando uma imagem positiva do setor.

Percebemos com os primeiros relatos que o modelo proposto se apresenta útil para compreensão da realidade. Contudo, as principais categorias analíticas do modelo sendo tratadas direta ou indiretamente, dentro dos *sistemas de ações* e *sistemas de objetos*. Esse subcapítulo buscou apresentar a visão da firma e suas instituições, e apesar do não interesse da Vale S.A. em participar da pesquisa, pudemos compreender as novas tendências que o setor mineral está apresentando ao mercado. Infelizmente, a não participação da Vale S.A. resultou na desconstrução de uma questão central para o estudo: gerenciamento de risco: do chão de fábrica ao mercado financeiro (vide subcapítulo - 4.5). Os únicos que poderiam demonstrar as ferramentas, técnicas, planos e instrumentações com relação ao gerenciamento de risco era o empreendedor, das quais, subsidiariam a compreensão de como a firma reage com o elemento oculto da *sociedade de risco*. Não é possível adentrar nesse elemento pelo olhar das firmas, mas nos próximos subcapítulos buscaremos sanar essa questão com base nas visões das instituições do Estado (legislativo, judiciário e executivo), e da sociedade (povos indígenas do Xikrin, MAB e MAM).

5.4. O ESTADO E SUAS INSTITUIÇÕES: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO

Outro elemento central para a pesquisa refere-se ao Estado e suas instituições. Conforme pudemos verificar com os relatos de campo apresentados acima, o Estado é essencial no setor, necessitando de equipes altamente qualificadas para atender as demandas complexas que são impostas pela sociedade, ambiente natural e firmas, dado a infraestrutura (*elementos espaciais*). Com o objetivo de buscarmos compreender a visão do Estado, bem como suas limitações e

desafios, foram investigados empiricamente a visão de servidores dos três poderes (legislativo, judiciário e executivo) que atuam na temática mineral. Dessa maneira, procuramos entrevistar servidores técnicos e gestores, com conhecimento das causas e efeitos das atividades do setor para com o ambiente natural e sociedade. Para muitos entrevistados o Projeto Salobo não era familiar, eles, de modo geral, apresentam uma visão geral, dentro da sua experiência, dos problemas relacionados as barragens de rejeito mineral.

O primeiro bloco a ser apresentado é do Poder Legislativo, eles são responsáveis pela elaboração das leis e pela fiscalização dos atos do Poder Executivo. As leis maiores que norteiam a ordem técnica parte das leis Federais, no qual buscamos servidores do quadro permanente, aqueles que são responsáveis por auxiliar os Senadores na elaboração e análise dos projetos de lei. Nesse sentido, foram entrevistados dois Consultores Legislativos, ambos pertencentes do quadro de consultores permanentes do Senado Federal, sendo um atuante na área de minas e energia e o outro na área de meio ambiente.

O segundo bloco refere-se ao Poder Judiciário, responsável pela interpretação das leis elaboradas pelo Poder Legislativo e promulgadas pelo Poder Executivo. Basicamente, sua função é garantir e defender a aplicação da lei, promovendo justiça e solucionando conflitos que venham surgir no convívio da sociedade. Por esse ângulo, buscamos duas instituições centrais para o trabalho, sendo a Justiça Federal e o Ministério Público Federal, entrevistando um Juiz Federal e um Promotor de Justiça Federal, lotados no Estado do Pará e que tenham suas atribuições voltadas para o território que compreende a Província Mineral do Carajás.

O terceiro bloco é destinado ao Poder Executivo. Fazem parte do poder executivo o prefeito (esfera municipal), governador (esfera estadual), e o presidente da república (esfera federal). Além disso, também existem os cargos de secretários (estaduais e municipais) e ministros (federal). Esse poder, basicamente tem como principal atribuição governar o povo e administrar os interesses públicos, respeitando as ordenações jurídicas. Em todas as esferas, optamos por entrevistar servidores técnicos de carreira e gestores nomeados para exercer as funções administrativas de comando.

Na esfera Federal, duas instituições foram consideradas, sendo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) e a Agência Nacional de Mineração (ANM) trabalhamos com servidores pertencentes aos quadros do Estado do Pará e do Distrito Federal. Na esfera Estadual procuramos duas instituições com sede em Belém/PA, sendo a Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia (SEDEME) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). Por fim, na esfera Municipal, três

instituições foram avaliadas: Secretaria de Mineração, Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia (SICOM), Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) e Defesa Civil, ambos no município de Marabá/PA.

5.4.1. O Poder Legislativo

Nesse ponto, trataremos das colocações dos profissionais que auxiliam, por meio de relatórios, pareceres e análises, os Senadores Federais na formulação de suas leis. Em nosso caso, vale considerar que o servidor lotado na área de minas e energia será nomeado como LE01 e o servidor lotado na área de meio ambiente como LE02.

O início do diálogo com o entrevistado compreende a *estrutura, processo, função e forma*, dentro da área de atuação do entrevistado, com recorde a mineração. Para LE01, a mineração está sempre em discussão, visto que nos últimos anos foram intensificados os debates, como o novo código da mineração e a segurança das barragens de rejeitos, após os rompimentos das barragens da Samarco S.A. (2015) e Vale S.A. (2019). O grande desafio percebido em seu dia a dia é compatibilizar o projeto de lei com a realidade, pois há uma assimetria de informações muito grande nessa temática. O profissional destacou que muitos pontos devem ser abordados pela ANM, por terem mais proximidade com a realidade e possuírem poder regulador. Ao se tratar dos ordenamentos jurídicos, ele expõe que tudo tem significado, até mesmo uma vírgula, exigindo maior atenção por parte do legislativo. A norma não é o papel escrito e sim a interpretação dada sobre o determinado assunto.

Já LE02 destacou o processo de revisão do PNSB, iniciado pós rompimento da barragem da Samarco S.A., resultando em um projeto de lei que buscava aperfeiçoar a política de segurança, entretanto, arquivado posteriormente. Em seu trabalho, na CPI de Brumadinho, é apresentado um projeto de lei parecido com o debatido na época da revisão do PNSB, com alguns aprimoramentos, esse projeto, encontra-se em discussão no legislativo.

Com relação ao atual modelo de mineração, para o entrevistado (LE02), há diversos tipos de mineração, umas mais profissionalizadas por ter maior folga financeira, e outras mais amadoras e até ilegais. Apesar da folga financeira, a segurança das barragens foi descuidada pelas grandes mineradoras, o que colocou em xeque o atual modelo. Diante disso, torna-se primordial que o legislativo atue para garantir a proteção do ambiente natural e da sociedade, por uma perspectiva proativa e não reativa. Seu maior receio é que dentro do atual modelo a empresa possa quebrar, ou vender seus ativos e passivos para “laranjas”, abrindo outra empresa

e deixando o passivo ambiental para a sociedade, algo que vem acontecendo. Reforçou (LE02), sobre a importância de uma garantia financeira para os projetos de mineração, com objetivo de evitar esses eventos, pois se a empresa não tem capacidade de encerrar, é melhor nem começar, afirma o entrevistado. Ele indaga se o modelo é ou não sustentável, pois, atende a uma demanda. Ele continua pensando na ordem técnica que se deve criar soluções para extração dos minérios da melhor maneira possível, quem sabe uma “mineração cirúrgica”, tópico abordado pela visão dos funcionários do IBRAM.

Para (LE01), a mineração vem a reboque de uma demanda, atendendo a um modelo de consumo não sustentável. Além disso, há uma perspectiva de expansão populacional para as próximas décadas, ampliando a demanda e forçando a oferta, pressionando a escala produtiva, consequentemente, ampliando os efeitos colaterais latentes da *sociedade de risco*. Ambos entrevistados consideram a mineração uma dívida, apesar da real necessidade de o setor apresentar melhor retorno para a sociedade, não ocorrendo os limites do Estado.

O entrevistado (LE01) não tem proximidade com o tema CFEM, no entanto, ele acredita que o CFEM corresponde a recursos mal utilizados, para o entrevistado, não há transparência em sua distribuição e alocação. Como o dinheiro não tem “carimbo”, esse entra no caixa do Estado, tornando o seu rastreio de alta complexidade. O questionamento sobre essa compensação (CFEM) é analisada pelo prisma de ser recurso de preparação e transição de um modelo de extração para um modelo sem extração, visando o desenvolvimento do território. Hoje, a CFEM torna-se uma fonte de renda para os municípios sem grandes compromissos com o *dever*, em outras palavras, falta uma *distribuição justa* com responsabilidade geracional (pilares da economia ecológica). Sua percepção, quanto ao setor mineral é que este expõe particularidades de enclave econômico nas regiões onde atuam, assim, apresentam características de um setor fechado, conservador e de baixa transparência.

De modo geral, o entrevistado (LE02) tem uma visão geral sobre o tema, sem ter familiaridade com o CFEM, entretanto, devido à abundância mineral a falta da distribuição das riquezas geradas deve ser questionada. Assim, entendemos que para o entrevistado esse recurso deve ter uma destinação compulsória, como investimentos, pois, “dinheiro sem carimbo” gera uma dependência do ente. Logo, para ele, não há formas de alocação eficiente para desenvolver os municípios, afinal, muitos municípios não estão preparados para lidar com orçamentos, licitações, tribunal de contas, etc. Isso ocorre pelo alto grau de exigência de maturidade por parte da sociedade e do profissionalismo na gestão pública.

Ao aprofundarmos na questão da distribuição, o entrevistado (LE02) lembrou-se da mais valia nas regiões mais pobres, como o norte do país, havendo um fluxo migratório de pessoas que trabalharão para sobreviver, com uma nítida distribuição desigual. Ao se pensar nas firmas, a participação dos lucros, é um modelo importante para a distribuição mais justa, ela reduz a mais valia com relação aos funcionários. Ele realça o caráter intensivo em capital das atividades de mineração, gerando poucos empregos, um problema percebido na *sociedade de risco*. (LE02) complementa o licenciamento ambiental tem potencial para mecanismos e medidas que implementem uma distribuição mais justa, carecendo de maiores debates por parte do legislativo. Contudo, percebemos que esse entrevistado não visualiza nenhum mecanismo com uma distribuição mais justa, destacando o ano de 2018, com arrecadação de aproximadamente 3 bilhões de reais com o CFEM, um valor muito pequeno para um país com a dimensão do Brasil.

A *alocação eficiente e escala sustentável* são percebidas pelo entrevistado (LE01) por intermédio dos programas e processos de licenciamento ambiental, buscando torna-las mais eficiente e sustentável. Compreendemos que hoje, há um alto nível de exigência nos EIA/RIMAS para iniciar projetos, e que após essa etapa, no momento da operação, não há continuidade do padrão adotado inicialmente. Em outras palavras, os órgãos ambientais fazem um trabalho bastante detalhado e complexo nas etapas iniciais, descontinuando o rigor ao longo do projeto, sendo necessários mecanismos mais balanceados. Entretanto, no caso das barragens, no momento da liberação e da sua operação - “o empreendedor faz o que quer”, disse (LE01). Reforçou a necessidade de uma melhor distribuição das atividades e tarefas por parte dos licenciadores e fiscalizadores durante o ciclo de vida dos projetos.

Seguindo essa linha, o entrevistado (LE02) é crítico ao atual modelo de licenciamento ambiental, por considerar que em muitos casos torna o desenvolvimento nacional ainda mais distante. Ele cita o estudo da CNI calculando o prazo médio de 7 anos para obtenção das licenças ambientais para empreendimentos que exijam EIA/RIMA. Desse modo, esse prazo ocasiona desinvestimento por parte do capital e aplica seus recursos em outras atividades, dentro ou fora do país. Assim, um dos problemas do atual modelo é a vontade de querer licenciar tudo, ele diz e continua, citando a Resolução CONAMA 237, exigindo em seguida, o licenciamento a quase todas as atividades produtivas. Administrar todo esse aparato é inviável para o Estado, por ser limitado, necessitando uma filtragem para que os técnicos sejam destinados a empreendimentos de maior potencial poluidor. Ele reforçou sua posição com do ótimo de Pareto, nesse método, o Estado deve se concentrar em 20% dos empreendimentos que

representam 80% de impacto poluidor, desafogando os órgãos de licenciamento e fiscalização. Assim, ele considera um avanço o licenciamento ambiental ter sido desvinculado, chamando o protagonismo para os órgãos ambientais, tornando-os tomadores de decisões. Os demais órgãos envolvidos (intervenientes) opinam e auxiliam quanto aos procedimentos a serem adotados, não dando poder de “travar” os processos. Outro problema alertado pelo entrevistado é a judicialização dos processos, compreendendo que há um ativismo excessivo por parte do Ministério Público. Assim, ele presume que não cabe ação civil pública etapa por etapa, pois o órgão ambiental é o tomador de decisão. A ação civil pública, no seu entender, deve ser usada para contestar somente a licença.

No final do ciclo de vida dos projetos minerais, o entrevistado (LE02), percebeu que no plano legislativo, essa temática não vem sendo trabalhada, mesmo considerando a importância do tema, diante do limite dos recursos. Uma alternativa apresentada é a delimitação do uso da CFEM, destinando uma porcentagem para despesas correntes e outra parte para investimentos.

Nesse ponto, o entrevistado, (LE01) reforçou que a empresa não tem *expertise* desenvolvimentista, sua atuação é na exploração e comercialização mineral, logo, é mediante taxas, impostos e compensações que o Estado pode atuar no sentido do desenvolvimento nacional. Assim, o Poder Público tem como responsabilidade apresentar alternativas econômicas ao território, administrando espacialmente a *abundância* e a *distribuição*, considerando a *capacidade de suporte*, as *rugosidades espaciais* e a *sociedade de risco*.

O entrevistado (LE01), sobre as hipóteses do rompimento, reforçava que muitos fatores sociais são incalculáveis (limites dos direitos humanos). Para ele, as memórias perdidas, individual e coletivamente são incalculáveis. Ele também não acredita no planejamento nos moldes atuais, apesar de reconhecer como fundamental o mapeamento da gestão de riscos e catástrofes. (LE01) lembra, tal como muitas empresas, o Estado também não está preparado para lidar com esses crimes, pois, muitos municípios não possuem Defesa Civil. Nesse sentido, o entrevistado criticou o atual formato da academia, pois para ele “as universidades no Brasil estão em outro planeta”, com isso, percebemos que ele enfatiza que não estão apresenta soluções para problemas complexos. Pontos mais básicos, como as questões de engenharia de barragem, as universidades não apresentam uma resposta técnica, sendo um problema de engenharia, ou seja, acadêmico.

Quando questionado (LE02) sobre as fragilidades dos norteadores jurídicos e o gerenciamento de risco, ele comenta a respeito do problema de se tratar isoladamente o Dano Potencial Associado (DPA) com a Categoria de Risco (CRI). Assim, ele demonstra

desconfiança com os modelos adotados, em que uma pontuação é alocada, caso o empreendedor tenha documentações específicas sobre a barragem, no qual, não é considerado a sua estrutura em si. Na sua visão, se a DPA e o CRI forem altos, deve ser tratado como intolerável, inviável, descontinuando o projeto, afinal, é um empreendimento que não vale a pena o risco, cabendo ao empreendedor apresentar novas soluções técnicas ou simplesmente declinar da sua operação. O gerenciamento de risco não é plenamente apreciado pelo Poder Público, aparentando não haver uma real preocupação com vidas humanas. Assim, ele exemplifica sua visão com o licenciamento ambiental de Brumadinho, que a preocupação central foi para fauna, flora, cavernas, entre outros, desconsiderando as vidas humanas em caso de rompimento. Ele diz ser inaceitável o setor administrativo estar abaixo da barragem, isso demonstra o não aprendizado do setor com relação ao rompimento da Samarco S.A. (2015), bem como outros, tão graves quanto esse acidente de Mariana, MG. Assim, ele salienta que o órgão fiscalizador das barragens deve ser uma instituição envolvida no licenciamento ambiental, emitindo opiniões e pareceres sobre o tema, considerando a segurança para vidas humanas.

Ao questionar as documentações dos planos emergenciais, de contingência e de fechamento das mineradoras, o entrevistado (LE02) ressalta a dificuldade de acesso. Segundo (LE02), essas documentações foram obtidas mediante a CPI, o que auxilia na compreensão de como as empresas atuam, atuaria ou deveriam atuar, em casos de rompimento de barragem. Um dos projetos em andamento no legislativo diz sobre a necessidade de divulgação e treinamento com a população, visando o máximo de transparência das operações, algo que hoje não existe. Na sua percepção (LE02), o tratamento para com os atingidos pela mineração não está sendo adequado, apenas a MAB a tem uma pequena voz e vez no diálogo, demonstrando que a *ordem do simbólico* está subjugada. Pensando no caso de Mariana, ele é crítico ao modelo da Fundação Renova, em teoria é “ultra participativo”, mas não vem apresentando resultados satisfatórios, decidindo apenas 4 anos depois do acidente o lote que a população de Bento Rodrigues/MG será assentada.

No pior cenário, ao se pensar em futuros rompimentos com barragens, o entrevistado (LE02) informa que o legislativo está buscando projetos com maior segurança das barragens de rejeito de mineração. Coisas óbvias como sistemas de alerta fora da mancha e não ter instalações de funcionários a jusante das barragens estão sendo levantadas pelo legislativo. As vidas humanas deveriam ser a prioridade dos projetos, pois empreendimentos que visam lucros não podem colocar em risco seres humanos.

O plano de fechamento de mina é percebido pelo entrevistado (LE01) como algo teórico, explicando o processo de outorga de direito minerário. Faz-se a prospecção, analisando a viabilidade, e no momento que se pede a concessão da lavra, apresenta o plano de acompanhamento econômico. O plano de fechamento de mina deve entrar nesse momento, mas conforme a operação ocorre, há mudanças no planejamento, afinal, a realidade se altera temporalmente. Ele reforçou a importância desse mecanismo, plano de fechamento, como um método de debate para com a sociedade. Nesse ponto, o entrevistado (LE02) percebe a importância de o plano de fechamento de mina estar contemplado no código de mineração.

Ambos compreendem que o debate da *rugosidade espacial* e os passivos ambientais empresariais convergem para a solução de uma cobrança de 1% da renda bruta para um fundo que evite esses problemas, como um seguro individual por empreendedor. O entrevistado (LE01) lembrou-se do caso da mineradora de ouro da empresa Mundo Mineração, do grupo australiano Mundo Minerals, em Rio Acima/MG, próximo a Belo Horizonte/MG. Esse empreendimento está abandonado, tendo uma das barragens de maior risco do Estado de Minas Gerais, recaindo a responsabilidade para União.

O entrevistado (LE02), nessa temática destacou a importância do Engenheiro de Registro (EDR) para os projetos minerais, funcionário dedicado a manter toda a documentação, garantindo o histórico do processo. Essa medida foi para um projeto de lei, obrigando as empreendedoras a contratar esses profissionais, visando maior segurança das barragens de rejeito. Ele também informa sobre os esforços para que se evite os passivos ambientais, não avançando adequadamente no legislativo, talvez devido ao *lobby* das mineradoras. Por fim, ele destacou que nem as medidas provisórias são fáceis de passar, principalmente quando se trata da questão mineral. Relatou as dificuldades dos projetos que seguem os trâmites normais, geralmente passando em uma casa e travando na outra.

Com relação ao descomissionamento e à descaracterização da barragem, o entrevistado (LE02) apresenta um dispositivo que retire as pessoas das manchas de inundação quando houver estes processos, devido aos riscos inerentes a operação. Houve também a ideia de exigir um reforço da estrutura nesse momento. Na sua visão, ao se tratar barragens de rejeitos, todas devem passar pelos processos.

O entrevistado (LE01), confirma a complexidade técnica para se executar esses procedimentos (descomissionamento), com a necessidade de ser de forma lenta e gradual, garantindo a segurança da operação. Não visualiza técnicas de engenharia possíveis para

descomissionar as barragens. Por fim, ele ressalta que a ANM tem conhecimento técnico e normativo, tornando uma força considerável para atuação no contexto minerário.

A *desengenharia* era um conceito desconhecido pelo entrevistado (LE02), acreditando que isso ocorre por não ser apresentadas opções para destinação do uso do solo. Encaixando nesse conceito, ele apresenta o exemplo do Parque Nacional de Brasília, que foi uma mineração de cascalho para a construção de Brasília/DF. O entrevistado (LE01) concorda que essa proposta é importante, devido aos altos custos dos terrenos no Brasil. Assim, há destinações possíveis, como o Parque de Inhotim em Minas Gerais, e até mesmo os terrenos de Nova Lima/MG, com condomínios de luxo em áreas que antes foram destinadas à exploração mineral.

Por fim, o entrevistado (LE01) destacou que a transparência no setor mineral é de suma importância, pois tanto a ANM quanto as empresas são pouco transparentes. Lembra-se (LE01) do protocolo aberto por ele, por meio da Lei de Acesso à informação, número 48700.006090.2019-08. Nesse chamado, ele solicitou a produção das 10 maiores minas do Brasil a ANM, sendo negada por alegarem conter informações sigilosas. Sigilosas a quem? Quem define isso? Como pode a produção mineral ser sigilosa? Essas foram as principais indagações do entrevistado. Para essa pesquisa solicitamos mediante a apresentação do SEI, o Plano Anual de Lavra e a Produção da Mina de Salobo de 2008 a 2018, por meio do protocolo nº 48059.953467.2019-23, aberto no dia 19/11/2019 e até o momento, início de março de 2020, ainda estamos sem resposta.

O entrevistado (LE01) preocupa-se também com a necessidade de reavaliação das dimensões das barragens, pois não se pode admitir qualquer dimensão. Há projetos em operação e tramitação gigantescos, como o apresentado pela mineradora Kinross em Paracatu/MG. Essa mineradora possui uma barragem grande (antiga), estando inativa e sem plano de descomissionamento. Para LE01, essa empresa está operando com uma nova barragem, na qual, eu último alteamento chega a 180 metros de altura e a aproximadamente 800 milhões de metros cúbicos, indagando como se faz o descomissionamento de um gigante como esse. Vale ressaltar, mais uma preocupação relatada pelo entrevistado (LE02) a respeito das prorrogações de prazos, para o entrevistado, quando o debate político esfria, sumindo da agenda política, o Estado busca jeitos de protelar, “brincando com temas muito sérios”.

5.4.2. O Poder Judiciário

No Poder Judiciário entrevistamos um Juiz Federal e um Promotor de Justiça do Ministério Público Federal. O Juiz faz parte do órgão judiciário, Justiça Federal, sendo um agente do Estado responsável por dizer o Direito de forma definitiva. Cabe ao Juiz julgar as ações da União, suas autarquias e empresas públicas federais e privadas, além de outras matérias que se fizerem necessárias. Basicamente, o dia a dia do Juiz se resume em dar andamento aos processos, proferindo despachos, decisões e sentenças. Conforme a Constituição Federal de 1988, nos artigos 92 a 126 o juiz recebe as denúncias de advogados, defensores públicos, procuradores e promotores de justiça, analisando e julgando. Para a pesquisa em questão, foi entrevistado um Juiz Federal que atue ou já tenha atuado na região do Complexo Carajás, lidando com casos de mineração.

O Ministério Público Federal (MPF)⁸⁴ tem como função essencial, conforme a Constituição Federal de 1988, três atividades centrais: i) a defesa dos direitos sociais e individuais indisponíveis; ii) a defesa da ordem jurídica; e iii) a defesa do regime democrático. Sua atuação consiste em serem os fiscais da lei, atuando também nas áreas cíveis, criminais e eleitorais. Além dessa atuação, buscam também agir preventivamente, extrajudicialmente, nos momentos em que atuam por meio de recomendações, audiências públicas e promovem acordos por meio dos Termos de Ajuste de Conduta (TAC). Assim como o caso Juiz Federal, foi realizada uma entrevista com um promotor que trabalhe ou já tenha trabalhado com a mineração no sul e sudeste do Pará.

Com objetivo de manter o sigilo, visto que ambos servidores necessitam de imparcialidade e neutralidade em suas funções, sendo que dentro do roteiro de pesquisa há um caráter opinativo, essa visão será condensada em apenas um entrevistado (JU01), que representará ambos. Apresentamos, em linhas gerais, a visão e experiência dos entrevistados, não podendo ser confundidas com o posicionamento das instituições.

Compreendendo a *estrutura, processo, função e forma*, observamos que a Vale S.A., dentro da região sul e sudeste do Pará é uma empresa que está sempre sob os olhos do Poder Judiciário. Isso ocorre devido a sua atuação na região, sendo a maior mineradora, produzindo e reproduzindo os mais diversos impactos e conflitos no território, espacialmente e temporalmente. Enquanto uma das instituições identifica crimes previstos, por exemplo, na legislação ambiental, a outra julga os processos deliberando uma sentença dentro dos *sistemas de ações* e dos *ordenamentos jurídicos*. Além disso, na região do Complexo Carajás, acreditam que de 90 a 95% da extração de minério do Estado é realizado pela mineradora Vale S.A. As

⁸⁴ Informações coletadas no site do MPF: <http://www.mpf.mp.br/>.

demandas em suas instituições são de todos os tipos, por exemplo: as ações civis públicas, desapropriações, processos criminais, processos ambientais, entre outros. Em ambas as instituições, a mineração em si não é o maior demandante de tempo no dia a dia de suas atribuições, trabalhando com outras demandas.

Para exemplificar, pegamos dois exemplos de abertura de processo contra a Vale S.A. relacionadas ao Projeto Salobo, sendo um referente ao derramamento de produto químico na floresta e o outro por provocar incêndio na floresta. No primeiro, o MPF acusa a Salobo Metais de poluir e desmatar ilegalmente áreas de floresta e o segundo acusa a Salobo Metais por causar incêndio na Floresta Nacional de Carajás⁸⁵. Ambos os processos foram encaminhados para a 2ª Vara Federal em Marabá para tramitação (Justiça Federal).

Outro exemplo de atuação do Poder Judiciário com relação ao Projeto Salobo é apresentado por Pompeu (2019) no portal Correio de Carajás e lembrado por um dos entrevistados. Nesse caso, o MPF chancela ação em favor dos povos indígenas do entorno do Projeto Salobo, visto que as comunidades indígenas ingressaram uma ação contra a Vale S.A., Salobo Metais, FUNAI, IBAMA e ICMBio, visando a reparação dos danos ambientais decorrentes do projeto em questão. Foi solicitada a compensação financeira e a suspensão das atividades do projeto, em razão da ausência de estudo relacionado ao componente indígena, de consulta prévia à comunidade Xikrin e por fim, o descumprimento de condicionantes estipuladas nas licenças prévia de instalação e operação. O valor da ação representa um montante de R\$7.746.435.371,44, tramitando na Justiça Federal.

Ao indagarmos sobre o atual modelo mineral, observamos que as respostas convergem, afinal, o conceito relacionado à sustentabilidade vem mudando a cada dia, tornando difícil afirmar a sustentabilidade do setor da mineração. Não há como negar o impacto da mineração, apesar de se observar que há um pulo de tecnologia buscando o menor dano ambiental e eficácia operacional, como o projeto S11D. Os *sistemas de objetos* fabricados são cada vez mais técnicos, esses sistemas criam menor impacto ao ambiente natural. Assim, a infraestrutura é constituída na reprodução do espaço, necessitando compreender sua atuação dentro dos tempos históricos.

Ambos servidores não consideram a mineração como uma maldição, pois a riqueza do subsolo não pode ser encarada dessa forma. O processo de distribuição justa, alocação eficiente e escala sustentável, sim, podem ser questionáveis, pois tudo vai depender do método a ser

⁸⁵Números dos processos: 0000257-35.2016.4.01.3901 e 0000256-50.2016.4.01.3901 – 2ª Vara Federal em Marabá (PA).

utilizado pelo Estado. Um dos entrevistados (JU01) faz uma comparação em riqueza mineral do Brasil com a Noruega, Canadá e Austrália. Para (JU01) são países bem semelhantes quando o assunto são riquezas minerais, no entanto, o método como os governos da Noruega, Canadá e Austrália trataram o tema, diverge, e muito, em função e forma adotados pelo governo brasileiro. Contudo, diante dessa exposição, os *sistemas de ações* que deu um comando para os *sistemas de objetos*, modificando as ações humanas e todos os ordenamentos (técnico, jurídico e simbólico), em que a arquitetura social é de um território-sujeito à empresa-objeto. No caso brasileiro, pelo que tudo indica, o processo é inverso, optando pela empresa-sujeito ao território-objeto, tornando a espacialização da abundância e distribuição menos racional.

Um dos entrevistados (JU01) diz que o judiciário não deve entrar nessas questões, pois, não cabe a eles a solução, sendo a última razão da sociedade. Depois que os agentes econômicos não conseguem se houver entre si, o governo não consegue regular, licenciar e fiscalizar essas atividades em todas as esferas, aí sim, o judiciário dará a palavra final.

Ao questionarmos sobre a CFEM, para a Justiça Federal e o MPF não têm demandas com relação a esses recursos. Por não se tratar de um recurso Federal, e sim do município (com uma pequena parcela para o Estado), a decisão política da utilização desses recursos não faz parte do escopo das instituições estudadas. Logo, enquanto membros do Poder Judiciário não têm muitas informações com relação a distribuição e alocação desses recursos. Por não ter uma aplicação vinculada, acreditam que se deve ter a maior transparência possível, com um orçamento claro para toda a sociedade. Não cabe ao Poder Judiciário a fiscalização e aplicação desse recurso, pois é de responsabilidade do gestor eleito democraticamente.

Percebemos, nos tempos atuais que dentro da *sociedade de risco* a mudança social e o controle político de fato são moldadas pelas firmas e não indivíduos. Isso ocorre devido à fronteira entre a política e não política, sendo construídas no espaço banal, em que o Estado cria e reforça o *efeito derrame*.

Como alternativa a mineração, como a *desengenharia*, ambos desconhecem a existência de mecanismos para a região e se são economicamente viáveis. Considerando as dimensões territoriais do Pará, o entrevistado (JU01) pensa que as destinações do uso do solo de projetos minerais no futuro não estão em pauta, afinal, existem no Estado grandes áreas desabitadas, que em termos financeiros, seriam mais atrativas para novas atividades econômicas.

Ele (JU01), ainda reforçou que os enclaves econômicos relacionados a mineração não são tão percebidos no município de Marabá, por ser muito mais autônoma e independente da mineração, com uma economia mais diversificada, diferente do que ocorre com os municípios

de Parauapebas e Canaã dos Carajás. Ao pensarmos na *sociedade de risco*, identificamos os dois fatores políticos faltantes: dissolução das fronteiras políticas, e o político se torna apolítico e o apolítico, político. Com o abordado, o primeiro item (dissolução das fronteiras políticas) pode ser interpretado como uma forma de imunização da atuação dos agentes econômicos, pensado na técnica e desconsiderando o indivíduo. No momento em que considera as áreas desabitadas, muitas protegidas por lei, como forma e função para atividades econômicas, a natureza e a sociedade são destituídas de valor. Isso posto, o Estado como interventor perde força, indo na direção do político e apolítico, cabendo ao Poder Público apenas na resposta de processos dos quais não planejaram e nem definiram.

Os canais de comunicação da empresa com a sociedade não são de conhecimento dos entrevistados, mas ao se tratar da disponibilidade da empresa para com o Poder Judiciário, essa se demonstra bastante acessível. Dessa forma, ser acessível ao judiciário não basta, pois devem ter canais abertos para toda a sociedade, principalmente com aqueles que serão afetadas por suas atividades.

De acordo com o entrevistado (JU01), no pior cenário possível, refletindo o rompimento da barragem Mirim, três pontos merecem ser destacados. O primeiro ponto são as regras e os princípios do direito civil, que trata da indenização integral do dano. O segundo ponto, trata do código penal, um conjunto de leis que tratam das penas aplicáveis àqueles que cometeram algum tipo de crime. O terceiro ponto levantado, são as regras e princípios do direito ambiental, por tratar de incertezas, nunca se sabe a extensão exata do dano. Muitos dos danos ambientais só são percebidos anos e décadas depois do evento, tornando um ponto de muita atenção do Poder Judiciário. Deve-se ficar claro, o Poder Judiciário nesse ponto é inerte (Justiça Federal), por não ter a atribuição de fiscalização, atendendo a demandas recebidas.

Um dos entrevistados cita a força tarefa do MPF nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, relacionado ao rompimento da barragem da Samarco S.A. Dos fatos criminosos e suas circunstâncias foram divididos em três seções: i) dinâmica dos eventos lesivos⁸⁶; ii) dos crimes previstos na legislação ambiental⁸⁷; e iii) dos crimes previstos no Código Penal brasileiro⁸⁸.

⁸⁶No dia 05 de novembro de 2015, aproximadamente às 15:30 horas, ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, situada no Complexo Industrial de Germano, no Município de Mariana/MG, sob a gestão da pessoa jurídica SAMARCO MINERAÇÃO S/A. O empreendimento estava localizado na Bacia do rio Gualaxo do Norte, afluente do rio do Carmo, afluente do rio Doce. MPF n.º 1.22.000.000003/2016-04.

⁸⁷Crime de poluição qualificado; crimes contra a fauna; crimes contra a flora; crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural; e crimes contra a administração ambiental. Procedimento Investigatório Criminal (PIC) MPF n.º 1.22.000.000003/2016-04.

⁸⁸Crime de inundação; crime de desabamento e desmoronamento; crimes de homicídios; das qualificadoras dos homicídios; e crimes de lesão corporal. Procedimento Investigatório Criminal (PIC) MPF n.º 1.22.000.000003/2016-04.

Entre as instituições analisadas foi no Poder Judiciário a possibilidade para captar questões relacionadas a *sociedade de risco*, isso, devido a atuação dos entrevistados. Uma das reflexões ao longo da conversa foi referente a expansão produtiva e a busca constante pela minimização dos custos operacionais. Com o aumento do consumo, a sociedade acaba não percebendo os riscos do dia a dia, indo dos alimentos que comemos aos aparelhos que usamos. A tendência, segundo um dos entrevistados (JU01) acrescenta, é que essa situação se amplifique, pois, a população mundial está crescendo, consumindo conspicuamente, forçando a oferta a operar dentro de um mercado competitivo demandando mais energia e matéria, tornando o *mundo cheio* ainda mais cheio.

Esses levantamentos estão alinhados com a arquitetura social, devido ao estágio avançado das forças produtivas, a posse de riquezas, os riscos se tornam mercantilizados e socialmente conhecidos, impactando em situações de ameaça para a sociedade. Seguindo essa linha, foram apresentados dois pontos centrais do Procedimento Investigatório Criminal (PIC) MPF n.º 1.22.000.000003/2016-04. O primeiro tratou da Gestão de Riscos na Samarco S.A., demonstrando que a empresa conhecia os riscos das suas atividades, esses documentos só vieram a público após as investigações do rompimento. Assim, sabemos que mesmo conhecendo os riscos, houve uma política de redução de custos com a segurança das barragens, deixando claro a tendência expansionista da mineradora em suas operações. Os pontos centrais para a Samarco S.A. enfrentar os desafios do momento ruim do setor na época eram: i) política de redução de custos de produção; ii) esforço na eficiência do processo; iii) incremento dos ganhos de produtividade; e iv) austeridade na gestão de custo de produção, demonstrando ao MPF que optaram por economizar onde não se devia. Essa forma de atuação é inaceitável para o Projeto Salobo, cabendo as instituições fiscalizadoras uma atenção redobrada, com apoio da sociedade, reportando a justiça casos de não conformidade.

As fragilidades dos norteadores jurídicos são percebidas pelos entrevistados na mesma amplitude que se verifica no Estado de Minas Gerais, sendo: i) grande volume de trabalho por parte dos juízes e promotores, demandando tempo e equipe para o processamento; e ii) cortes no orçamento, pois se o Estado está em crise, o Judiciário também estará. Levantando o problema de transferência dos passivos ambientais por outras empresas, é apresentando o princípio da reparação integral e responsabilidade objetiva dentro do direito ambiental, pois, se o empreendedor auferir algum ganho, nesse caso, já está dentro da cadeia do risco, ou seja, dentro do princípio poluidor pagador.

Por fim, com relação ao plano de fechamento de mina, nenhum dos entrevistados têm conhecimento sobre esse plano para o Projeto Salobo. Avançando nos diálogos com os entrevistados, torna-se importante compreender com quem irá ficar o passivo, após o fechamento, no caso de o empreendedor não dar a destinação adequada aos passivos ambientais. Alguns balizadores são apresentados, pois realmente é possível a empresa fechar as portas e deixar os passivos ambientais (*rugosidades espaciais*). Se, eventualmente, ocorrer essa situação, o passivo ambiental torna-se um problema da União, sendo que os órgãos licenciantes e fiscalizadores também têm responsabilidade com relação ao projeto que por ventura venha ser abandonado.

5.4.3. O Poder Executivo

5.4.3.1. As instituições no plano Federal

Essa seção apresenta a visão dos servidores que atuam no licenciamento e fiscalização do Projeto Salobo. O IBAMA⁸⁹ é o órgão licenciador do empreendimento em questão, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente. Suas principais atribuições estão de acordo com o Art. 5º, da lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, atuando em três eixos centrais: i) exercer o poder de polícia ambiental; ii) executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente; e iii) executar as ações supletivas de competência da União, de conformidade com a legislação ambiental vigente. Sua missão consiste em proteger o meio ambiente, garantir a qualidade ambiental e assegurar a sustentabilidade no uso dos recursos naturais, executando as ações de competência federal, sendo que a sua visão é ser referência ambiental na promoção do desenvolvimento do país.

Para o presente estudo entrevistamos o IBAMA/PA e o IBAMA/DF, pois apesar do IBAMA ter uma equipe técnica em Marabá e Belém, não são eles a fazerem o licenciamento ambiental do Projeto Salobo. O IBAMA de Brasília foi o responsável pelo licenciamento ambiental, entretanto, apesar de toda abertura para o diálogo, não foi possível realizar a entrevista. Isso se deu por uma determinação do atual Ministro do Meio Ambiente, Ricardo

⁸⁹ Informações coletadas no site do IBAMA: <https://www.ibama.gov.br/>.

Salles, obrigando que toda a comunicação dos servidores do IBAMA passasse primeira pela Assessoria de Imprensa e Comunicação (ASCOM). Foi deixado o material com os servidores, ficando para analisar sua participação e enviar por escrito às respostas, todavia, como não obtivemos um retorno, acreditamos que as participações deles para a presente pesquisa foram negadas. Para sanar este problema, entrevistamos servidores do IBAMA lotados no Estado do Pará. Apesar de não estarem por dentro das questões relativas ao Projeto Salobo, contribuíram com suas visões a respeito do tema. Por esse ângulo, foram entrevistados dois servidores que atuam ou já atuaram com a mineração, cuja codificação para o trabalho será EF01 e EF02.

Outra instituição analisada, foi a Agência Nacional de Mineração (ANM), responsável por fiscalizar o empreendimento do Projeto Salobo. A ANM⁹⁰ é uma autarquia federal sob regime especial, criada pela Lei nº 13.575/2017, substituindo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Essa autarquia está vinculada ao Ministério de Minas e Energia, dotada de personalidade jurídica de direito público com autonomia patrimonial, administrativa e financeira. A ANM tem por finalidade promover o planejamento e o fomento da exploração mineral e do aproveitamento dos recursos minerais. Sua missão consiste em gerir o patrimônio mineral brasileiro, de forma social, ambiental e economicamente sustentável, utilizando instrumentos de regulação em benefício da sociedade. Sua missão é ser reconhecido pela sociedade como uma instituição de excelência capaz de gerir o patrimônio mineral de forma sustentável no interesse da nação. Nesse sentido, foram entrevistados dois servidores, cuja codificação para a pesquisa será EF03 e EF04.

Iniciando pelo IBAMA, ao se pensar na questão mineral o entrevistado (EF01) aponta que o maior desafio é a falta de material humano, prejudicando as atividades a serem desempenhadas, ocasionando o acúmulo de atividades. Nesse sentido, não há uma dedicação exclusiva para atividades de licenciamento, o que tornam os processos mais lentos e menos especializados. Além da falta do capital humano, outro problema relatado se dá pela aposentadoria dos servidores sem devida substituição, sobrecarregando ainda mais os servidores na ativa. Logo, a equipe que se dedica aos licenciamentos da mineração do Estado do Pará está em Brasília, tem um maior efetivo para as atividades.

O IBAMA em Belém e Marabá ficou concentrado na análise do meio físico e biótico, sendo que para a socioeconômica não há profissionais no quadro dedicados a essa questão. O entrevistado (EF02) expressa que o trabalho realizado no setor mineral é bem pontual, sem ter uma equipe dedicada ao tema, pois suas atividades são de apoio para as equipes de Brasília. O

⁹⁰ Informações foram coletadas no site da ANM: <http://www.anm.gov.br/>.

entrevistado lembra que o governo do Estado montou um grupo de trabalho (GT) após o crime corporativo da Vale S.A. (2019), no município de Brumadinho/MG, unificando as informações soltas e que dizem respeito das barragens do Estado do Pará. Ao se tratar de barragens de rejeitos, ambos não trabalham diretamente com essa temática, apesar de fazerem pontualmente parte da equipe de emergência ambiental. O que pudemos constatar é que dentro do Estado do Pará, não há nenhum servidor do IBAMA lotado em Belém e Marabá dedicado a mineração, dependendo das análises das equipes de Brasília. Da equipe de Belém e Marabá são apenas quatro servidores com afinidade ao tema, visto que foi possível entrevistar apenas dois.

Ambos compreendem que a mineração proporciona os recursos necessários para a sociedade, tendo um amplo arco, vai da exploração de areia para construção civil a metais raros utilizados em equipamentos de alta tecnologia. O entrevistado (EF01) destaca que há uma demanda por bens minerais, mas que a oferta pode ser realizada de várias formas. O processo de licenciamento visa reduzir os impactos ambientais e sociais, buscando um equilíbrio no metabolismo econômico, social e ecológico, garantindo que no futuro a área impactada possa ser útil novamente para o ambiente natural. Frisa estar considerando aquelas mineradoras legalizadas, visto que há muitos garimpos ilegais no Estado do Pará, necessitando de estudos para compreender melhor a situação por não se ter nenhuma estimativa dos passivos ambientais desses empreendimentos. Ele realça que se seguirem as boas práticas em termos técnicos e de gestão haverá uma redução dos impactos nos meios bióticos e abióticos.

Quando tratamos sobre a *distribuição justa* e transparência da CFEM, ambos optaram por não comentar, por não se sentirem familiarizados com o tema. E, ao levantarmos os pontos relacionados às avaliações de impactos ambientais, por meio dos seus instrumentos (EIA/RIMA), compreendemos os benefícios para a sociedade, em que ambos consideram, dentro da lógica econômica, uma variável ambiental e social. Assim, o entrevistado (EF02) considera que o EIA/RIMA é um estudo feito para identificação dos impactos ambientais decorrentes do empreendimento. A ideia central do EIA/RIMA, é a realização do diagnóstico do local, verificando a situação prévia, com dados primários, projetando posteriormente a entrada do empreendimento no território, gerando a partir daí um prognóstico de curto e longo prazo.

Para o entrevistado (EF01), se os empreendimentos fossem analisados pelo ponto de vista puramente econômico, a sociedade estaria em uma condição muito pior. Essa conclusão é por desconsiderarem a minimização dos impactos ambientais e sociais, dado as análises de custos/benefícios, reduzindo em teoria os lucros, não elencando as mais diversas externalidades

dos empreendimentos. Ele destaca que muito se dá por decisões políticas, com vários atores, cuja interação entre os órgãos, instituições, firma e sociedade, cria a necessidade de alguns parâmetros para tornar viável os empreendimentos. Não é possível adicionar todas as variáveis, entretanto, devem-se analisar as principais variáveis que afetam o meio abiótico e biótico. Logo, há sempre subjetividades nos estudos de impacto ambiental e social, sendo que conforme a técnica avança, mais subsídios são adicionados para auxílio dos tomadores de decisões. Ao final, faz uma crítica a algumas consultorias que optam pela cópia e cola dentro dos processos de licenciamento, isso aumenta o volume de trabalho dos órgãos licenciadores, com materiais que não contribuem em nada para uma análise mais assertiva.

A *alocação eficiente* não é um elemento da área de atuação do entrevistado (EF02), mas a seu ver, a mineração no Estado do Pará não está sendo verticalizada. Os arranjos produtivos, diz, são percebidos como uma problemática, pois as empresas que exploram minério não terão interesse em competir com seus clientes que agregam valor aos seus produtos. Assim, ele considera uma política pública interessante o fomento de empreendedorismo local, para que se criem alternativas produtivas na região, reduzindo enclaves econômicos.

Ao o indagarmos sobre o pior cenário, considerando a ruptura das barragens, o entrevistado (EF01) esclarece a não apresentação dos planos de emergências dentro do processo de licenciamento, com as simulações *Dam Break*, por serem documentos à parte. No caso da ocorrência, o empreendedor tem a obrigação de informar o IBAMA e outros órgãos, fazendo a descrição do acidente, sendo que há necessidade de enviar equipes ao local. Quem seria obrigado a tomar as ações e medidas mitigadoras e compensatórias seria o empreendedor, no qual, o IBAMA teria o dever de acompanhar a execução dos planos emergenciais. Seguindo essa linha de planos, lembrou-se de alguns casos em outros Estados, de empresas que decretaram falência, não cumprirem os planos e ações acordados, ficando o passivo ambiental para a sociedade. Salienta que no Estado do Pará ainda não passaram por essa experiência, pois praticamente todas as empresas estão em operações. O entrevistado (EF02), diz que no IBAMA há um grupo de emergências ambientais, que diferem dos grupos de prevenção e mitigação, atuando nesses casos após a ocorrência do evento.

O entrevistado (EF02) salienta que a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) é muito jovem, apresentando uma clara tentativa de medidas estruturantes na busca de uma melhor gestão dos riscos para as barragens de rejeitos. Essa tentativa vem criando uma sinergia em diversas instituições, adotando critérios e protocolos, tornado algo positivo. Por estar ainda muito no início, acredita que os órgãos ainda estão com dificuldade de assimilação

das questões estruturantes, algo natural do processo. Para ele, os empreendimentos não são feitos para romper, mas possuem esse risco, e em cima desse risco os licenciadores e fiscalizadores necessitam compreender na totalidade suas causas e efeitos. É fundamental a sinergia entre o licenciamento com os órgãos intervenientes do processo, como a ANM, tornando imprescindível a sua participação nas etapas de licenciamento, criando um ambiente que ofereça segurança para a sociedade.

Ao abordarmos sobre descomissionamento, ambos informam desconhecer as técnicas, e com isso não conseguem analisar os riscos, visto como uma operação ainda não familiar para a instituição no Estado do Pará. O descomissionamento e descaracterização fazem parte de uma das etapas do licenciamento, entretanto, ainda não há experiências empíricas quanto ao tema. O entrevistado (EF02) lembra que durante toda a vida útil do projeto, considerando também as etapas do pós-fechamento, as instituições têm a obrigação fiscalizar, aumentando a demanda de serviço sem a efetiva compensação, como material humano. Observa ainda que muitos dos concursos, dentro do formato que a legislação permite, não possibilitam escolher os profissionais realmente necessários em termos técnicos. Assim, exemplifica essa situação, na qual a instituição necessita de um geólogo, e que ao longo do concurso acaba entrando um biólogo. O entrevistado não desmerece as profissões, ele sabe da importância de cada uma para o IBAMA, todavia, a real demanda, para ele, é a que deve ser atendida, pois, um profissional na área de biologia não tem as mesmas atribuições técnicas de um profissional em geologia, e vice, e versa. Certo disso, a carreira dentro do IBAMA não permite abrir um concurso específico, demonstrando um fator complicador para a fiscalização mais técnica.

Desse modo, o plano de fechamento de mina é solicitado durante o licenciamento evoluindo do plano básico ao executivo. O entrevistado (EF02) continua: com relação à dificuldade de se fazer um plano hoje, considerando que o projeto pode levar décadas e até séculos, com alterações significativas da tecnologia e evoluções naturais do projeto. Em seguida, destaca que dentro dos ordenamentos jurídicos, há garantias, elas podem fazer com que as empresas atuem nos passivos, pois os danos ambientais não prescrevem. Acrescenta (EF02) que hoje existem instrumentos interessantes para sanar essa problemática, sendo necessária uma reestruturação das instituições, necessitando da integração e da construção de bancos de dados. Existem muitos dados que não são transformados em conhecimento, visto que há a necessidade, dentro do processo de construção, melhorar esses processos. Desse modo, ele considera que dentro desse processo de construção a Universidade precisa se integrar melhor

com as instituições, entendendo e auxiliando na busca de modelos estruturantes que dêem respostas mais satisfatórias a sociedade.

Nesse sentido, após apresentar as visões dos servidores que atuam no licenciamento, passamos para os servidores que trabalham na parte da fiscalização, em nosso caso a Agência Nacional de Mineração (ANM). O entrevistado (EF03) atuou especificamente na fiscalização de barragens entre 2001 a 2018, acompanhando internamente a evolução dos processos. Informa ter lido os principais relatórios e livros relacionados aos acidentes com barragens da Samarco S.A. (2015) e da Vale S.A. (2019), auxiliando a sua compreensão do problema em sua totalidade, pois dentro da fiscalização é recorrente ver apenas um lado do problema.

O entrevistado (EF04) acrescenta que a equipe atual de segurança barragem é composta por um geólogo, um engenheiro de minas e dois estagiários, tendo cerca de 70 barragens sob a responsabilidade dessa equipe, atribuindo recentemente as barragens do Estado do Amapá. O acompanhamento e monitoramento é feito pelo SIGBM, sendo o minerador a fornecer as informações básicas do projeto. Enquanto não se faz a fiscalização presencial, os fiscais acompanham os relatórios e laudos técnicos oferecidos pelos empreendedores (autodeclaração), fazendo um acompanhamento diário. Se o minerador deixar de cumprir uma data de entrega de algum componente, por exemplo, o relatório de inspeção quinzenal, é emitido automaticamente uma multa, fazendo o devido processo legal para o recebimento do valor. Há também a programação de fiscalização, realizado um planejamento anual, dentro do quadro de pessoal, buscando cumprir a meta de fiscalizar todas as barragens sob sua responsabilidade. O dia a dia pode ser resumido pela fiscalização de campo e fiscalização remota via SIGBM.

Quanto ao modelo mineral ser ou não sustentável, o entrevistado (EF04) aponta que varia de empresa para empresa os parâmetros de sustentabilidade. Existem empresas grandes que tem maior comprometimento, mas as pequenas, muitas ilegais, apresentam um passivo ambiental considerável. Na visão do entrevistado (EF04) a mineração é uma dádiva, afinal, “dependemos dela para tudo, não há alternativas”. Assim, vemos que a necessidade passa por uma melhor organização, isso para que a distribuição seja a mais justa possível, compreendendo também os riscos em sua totalidade. Acredita não haver limites de produção, pois o único limitador é a jazida, não cabendo aos técnicos da ANM estipular uma escala produtiva para as mineradoras. Para ele, tanto as empresas como os municípios não se preparam para a finalização do projeto, criando uma dependência local, sendo necessário maior comprometimento das mineradoras com relação ao fechamento das suas operações. Evidencia que muitos dos planos não funcionam conforme estruturado, criando um problema de comunicação grave entre o

Estado, as firmas e a sociedade, impactando sobremaneira o ambiente natural (*elementos espaciais*). Nesse sentido, ao questionarmos os passivos ambientais, o entrevistado lembra-se de dois casos, um em Minas Gerais e outro no Amapá, que por ser uma empresa estrangeira, explorou a região e simplesmente sumiu, tornando o Estado o responsável por administrar os passivos.

É apontado pelo entrevistado (EF03) que a empresa oferece os dados para a ANM e é a partir deles que são feitas as operações de fiscalização em campo. A fiscalização de barragem hoje é apenas visual, verificando as medidas, de modo a comparar com os pressupostos dos projetos, e os seus fatores de segurança. Não é possível olhar dentro da estrutura, visualizando apenas a parte externa. Acrescenta que está em fase de teste um modelo de geofísica aplicado à barragem, possibilitando avaliar as estruturas por dentro das barragens, garantindo maior segurança e estabilidade, complementando a fiscalização visual. Basicamente as barragens são compactações de argila, criando uma impermeabilização relativa para que a água não passe, porém, acaba passando. Isso se dá devido a dois elementos centrais, porosidade e permeabilidade, fundamentos da hidrogeologia e geotécnica. Quando se faz uma barragem, se sabe que a água vai passar, e a água “é como se fosse um veneno para a barragem”. Para quebrar essa pressão da água, se coloca um filtro de areia, fazendo um tapete drenante. Explica os cálculos para determinar o fator de segurança, que mede o gradiente de um ponto para o outro, conhecido como pressupostos do projeto.

Após explicar os fundamentos técnicos, o entrevistado (EF03) lembra que a ANM não licencia as barragens, função dos órgãos ambientais, entretanto, por determinação da justiça, a segurança é atribuição da ANM. São duas etapas centrais que o empreendedor necessita realizar com a ANM, uma delas é a entrega do Projeto Executivo da Construção da Barragem e As Build, essa pode ser entendida como um diário a respeito da construção da barragem. A segunda, diz respeito da obrigação da ANM em pegar os dois dados e realizar uma análise das vulnerabilidades do projeto, enviando um parecer para os órgãos ambientais.

Lembraram-se (EF03 e EF04) do caso da Samarco S.A., não apresentando As Build a ANM, do qual haviam diversas vulnerabilidades, como utilização de material inadequado para drenagem e criação de galerias não previstas no Projeto Executivo. Além disso, não seguiram as referências internacionais indicadoras da necessidade do alteamento de 3 a 6 metros por ano (no máximo 9 metros), sendo que a Samarco S.A. só em um ano, realizou aproximadamente 27 metros de alteamento. Logo, a empresa não teve tanta transparência como ela diz, pois, o quadro

era de uma tragédia anunciada, assumindo o risco tecnológico, constituindo no desengajamento moral.

O entrevistado (EF03) faz uma crítica ao Sistema Integrado de Gestão e Segurança de Barragens em Mineração (SIGBM). Questiona se o SIGBM tem condições de fazer análises tão complexas, respondendo que não, por não ter um analisador de vulnerabilidade, considerando uma falha (primeiro problema). Ao entrarmos na portaria de criação do SIGBM (Portaria DNPM 70.389/2017), é basicamente uma auditoria de documentos, não apresentando nada de analisador estruturante. Acredita que a portaria é uma forma de fugir da responsabilidade, por não acreditar na eficácia de uma auditoria documental, não resolvendo o problema de fiscalização de segurança de barragem. Logo, (EF03) afirma que “essa portaria não serve para nada”, por não conseguir analisar as vulnerabilidades dos projetos.

Mencionando o Relatório de Inspeção Regular, o entrevistado (EF03) destaca o segundo problema; a importância de se verificar as medidas coletadas estão ou não compatíveis com os pressupostos do projeto. Substancia a necessidade de se fazer no mínimo um tratamento estatístico dos dados, sendo que também não está disponível no SIGBM. Nesse sentido, além de não ter um analisador das vulnerabilidades, também não apresenta um analisador estatístico. Em alguns casos, esses procedimentos são realizados pelos servidores de forma manual, verificando a estabilidade das barragens. O entrevistado, ainda salienta que existem vários tipos de piezômetros, uns mais rápidos, e outros, mais lentos, o por sua vez, torna a análise ainda mais complexa.

O terceiro problema apresentado pelo entrevistado (EF03) é o Mapa de Risco. O Mapa de Risco tem como objetivo verificar quais os principais riscos do projeto e seus pressupostos, em outras palavras, os pontos críticos. Com base no Mapa de Risco é possível recalcular os Fatores de Segurança, entretanto, a ANM também não tem essa métrica, pois não dispõem do programa para realizar esse cálculo. Ele (EF03) frisa que todos esses pontos são de conhecimento dos seus superiores, no entanto, até o momento da entrevista, esses não apresentaram nenhuma tratativa para com os problemas levantados.

Sobre a fiscalização, o entrevistado (EF03) destacou que há um formulário de fiscalização, totalmente baseado em análises visuais, considerando o quarto problema. Não há possibilidade de fazer um recalcule dos Fatores de Segurança pela ANM, exigindo a empresa a fazer o trabalho. Aponta dois critérios de segurança que a ANM trabalha - Dano Potencial Associado (DPA) e a Categoria de Risco (CRI) – na qual, informa sobre portaria a respeito da necessidade de fiscalização de toda barragem com DPA, mais 40% das que restarem e mais as

barragens não cadastradas. Acentua que isso é inviável, em termos de recursos humanos. Essa proposta foi elaborada pela ANM de Brasília, sem conhecer a realidade das regionais, não respeitando ferramentas estatísticas conhecidas, como a amostragem representativa e não tendo um embasamento técnico que justifique as medidas. Essa é uma forma de transferência de responsabilidade, sendo um dos principais motivos para a solicitação em de demissões ou remanejamento de área das equipes que atuam com a fiscalização de barragens, por colocar toda a responsabilidade em cima desses servidores. Essa visão, reforça, é corroborada com os relatórios, visualizando a transferência de responsabilidade para os fiscais, sem atender os meios necessários para realizar um bom trabalho.

Por fim, o entrevistado (EF03) destaca outros dois problemas, um relacionado a elaboração do empreendedor referente ao Plano de Ação de Emergência de Barragem Mineral (PAEBM) e outro do município e seu Plano de Contingência. O Plano de Contingência é estruturado em cima do PAEBM, principalmente dos estudos de *Dam Break*, dando respostas a sociedade considerando os levantamentos realizados pela empreendedora. O mais importante seria as empreendedoras realizarem contenções ao longo do trajeto, afinal, não é o bastante apenas mostrar o percurso da lama sem criar alternativas para mitigação dos impactos. Criar barreiras seria fundamental ao longo do trajeto da mancha, porém nada é feito, até mesmo pela inação do Estado, afinal, se a empreendedora não realiza, é função de o Estado criar ordenações jurídicas obrigando sua execução. Os custos são ínfimos comparados com os desembolsos necessários em caso de rompimento, fora o aumento dos fatores de segurança para as comunidades a jusantes dos projetos. Nem mesmo os sistemas de alarmes das empreendedoras são minimamente satisfatórios, visto que a Samarco S.A. não disparou e na Vale foram engolidas pela lama, estando instaladas ao longo da mancha.

O entrevistado (EF03) lembrou-se do rompimento com barragem em 2001, da Rio Tinto, tendo 14 anos para a instituição se preparar, culminando em 2015 no rompimento da Samarco S.A., que posteriormente teve mais 4 anos para se preparem, resultando no rompimento da Vale S.A. em 2019. Se tudo continuar da forma que está, a seu ver, a sociedade continuará assistindo a rompimentos de barragens.

Direcionado a conversa para as formas como a ANM trabalha com a arrecadação da CFEM e sua distribuição o entrevistado (EF03) disse, como caráter estritamente auto declaratório. A empresa vai ao site da ANM alocando a venda e consumo, em que o próprio site gera o boleto. Para o entrevistado, em muitos casos, a empresa recolhe a menor, cabendo a fiscalização, uma análise dos valores cobrados. O método utilizado para realizar a fiscalização

é conhecido como “cálculo do balanço de massa”⁹¹. Vai regredindo o produto bruto mediante os processos de beneficiamento da operação, verificando se o empreendedor está informando os valores de forma correta. Além disso, há controles de qualidade nas operações que serão validadas por um auditor independente. A partir dos laudos desse auditor independente o servidor da ANM faz a regressão dos dados para análise, verificando também os documentos fiscais e tributários.

Ele (EF03) admitiu que a fiscalização da CFEM não é fácil, pois cada empresa tem uma metodologia, dentro de variados tipos de contratos. Para o entrevistado, “todas as empresas devem CFEM, sem exceções”, indo ao encontro com os dois acórdãos do TCU⁹², no qual, apenas 20 a 25% dos recursos do CFEM são coletados. O CFEM é percebido pelo entrevistado (EF03) como fator gerador de desenvolvimento local, visto que no Estado do Pará “é muito bem feito o trabalho de fiscalização da arrecadação”, referência para os demais Estados.

Tratando do Plano de Fechamento de Mina o entrevistado (EF03) tem experiência de dois projetos, um, da ICOMI, no Amapá e outra de suspensão de lavra. Após a decisão da empresa em finalizar a operação (premature ou programado) a ANM vai a campo, verificando os dados e fazendo um relatório, adicionando as providências a serem tomadas. A mina, ferrovia e porto do projeto ICOMI, deveriam retornar a União e aproximadamente 3% do lucro deveriam ser reinvestidos (só não diziam onde). Os passivos ambientais, em que a ANM solicitou o relatório de todo o monitoramento ambiental, focando nas análises de arsênio e metais pesados é uma das preocupações desse projeto. O maior problema a ser tratado no fechamento de mina é o passivo ambiental, um problema de alta complexidade, com as mais diversas atividades. Logo, a ICOMI não realizou nenhum dos planos acordados, levando a uma CPI. O código mineral de 1967 determinava as obrigações dos empreendedores, que basicamente consistia em trabalharem com a racionalidade econômica e compatibilidade ambiental (física e biótica), avançando com o tempo para a importância das questões sociais. Evidência a falta de previsões desses custos nos balanços patrimoniais das empresas, não apresentando as provisões com relação aos Planos de Fechamento de Mina. Em caso de a empresa falir, a justiça atribui a responsabilidade dos passivos ambientais a ANM, por omissão, necessitando modificação da lei com relação aos balanços, como um calção.

O entrevistado (EF03) destacou que no caso da Amazônia se possui grandes projetos, ou pequenos projetos, não apresentando intermediários por causa da necessidade de escala para

⁹¹ Nesse cálculo, pega-se tudo vendido e consumido, regredindo até a produção, ou seja, até o produto bruto na mina.

⁹² TC034.373/2012-8 e TC017.199/2018-2

a exportação. A exportação para ser competitiva, considerando que metade da produção do mundo está na Ásia, principalmente na Austrália, e as questões logísticas brasileiras (transporte naval), necessita trabalhar com preço e qualidade. O preço está relacionado à operação e logística, e a qualidade ao teor do minério. Ambos são muito bem representados no complexo Carajás, pois o preço de produção é baixíssimo com uma alta qualidade do minério (alto teor e baixo contaminante), tornando competitivo em termos globais. O entrevistado, ainda endossou o discurso de que a Lei Kandir atrapalha o desenvolvimento industrial brasileiro (industrialização). À medida que essa lei desonera a exportação, do outro lado, onera quem produz internamente, sendo esses obrigados a recolher ICMS, PIS e COFINS. Para o entrevistado, com esses impostos a diferença varia entre 9,25% e 17%, criando uma cultura de não agregação de valor ao minério nacional, não verticalizando o setor. Além desse problema, compreendemos que no setor mineral, principalmente ao se considerar o fim de suas atividades, torna-se essencial o investimento em capital humano, resultando isso, em possíveis alternativas econômicas para a região.

O descomissionamento para o entrevistado (EF03), é um processo ainda desconhecido, com tendências a ser mais complexo do que própria a construção e fiscalização da barragem ativa. Já o entrevistado (EF04), salienta como um processo até mais perigoso que manter a barragem, não estando claros os riscos para a sociedade e ambiente natural. Segundo (EF04), ele desconhece alguma barragem descomissionada, conhecendo apenas os processos de descaracterização. Lembra ainda que uma empresa em Minas Gerais, que possui uma barragem antiga, optando por reminerar, realizando o descomissionamento simultaneamente.

Para o entrevistado (EF03), invariavelmente a manutenção, em termos gerais, é muito precária ao se pensar nas barragens desativadas. A água da chuva sempre irá escorrer para algum lugar, deslocando para a barragem, fazendo uma pressão sobre a estrutura aumentando a densidade e diminuindo a resistência do material. O monitoramento de uma barragem desativada necessita do recálculo de todos os pressupostos do projeto, para identificar os novos fatores de segurança e como consequência, gera-se a necessidade de uma nova carta de risco, exigindo um monitoramento mais rigoroso. Percebe também a necessidade de a ANM ficar atenta aos ciclos econômicos, visto que quando o preço do minério sobe a tendência é aumentar a produção, descartando mais rejeito. Em momentos de baixa, para compensar as perdas financeiras, o monitoramento e controle se tornam menos rigorosos, impactando na segurança das estruturas. Como as barragens geralmente estão interligadas, a ANM necessita fiscalizar o

conjunto, pois em caso de rompimento a tendência é outras serem afetadas, criando um efeito cascata.

Ao entrarmos no Projeto Salobo e sua barragem de rejeito o entrevistado (EF03) informa que o PAEBM apresentado pela empresa não está completo, inviabilizando o município de realizar o Plano de Contingência. No seu entendimento falta também as medidas de contenção com relação à hipótese de rompimento da barragem, visto o impacto ser muito maior em comparação das barragens de Minas Gerais. Na época que o entrevistado estudou a documentação da barragem, não identificou no Projeto Executivo a As Build da barragem, não tornando possível identificar as vulnerabilidades do empreendimento. Reforçou que essa documentação é muito mais complexa de análise em comparação com Plano de Aproveitamento Econômico (PAE), necessitando de uma divisão a parte para tratar somente das barragens, em outras palavras, uma equipe especializada e dedicada ao tema.

O entrevistado (EF03) evidencia que o cobre será o grande divisor de águas do Estado, apresentando um potencial de no mínimo 12 minas. Hoje em execução há apenas a mina do Sossego e a mina de Salobo. A tendência é encontrar minas imensas de alto teor, tornando altamente competitivo, pois o teor é de aproximadamente 0,9% e a ANM está descobrindo jazidas de até 5% de cobre. Para se criar uma indústria de cobre metálico há a necessidade de investir US\$20.000,00 para cada tonelada de cobre metálico produzido, com no mínimo 200 mil toneladas, calculo realizado por consultores alemães. O alto custo do processo é inviável para a própria Vale S.A., mas apresenta a solução de *join venture*⁹³ com outras empresas, dinamizando a economia regional. Ele acredita que apareceriam interessados, tendo em vista a existência da infraestrutura adequada para o escoamento logístico atualmente, isso, além da vantagem comparativa do minério estar muito bem localizado e potencializando a renda da terra. Para verticalizar o cobre é necessário surgir outras empresas, fora a Vale S.A., no qual a vocação de Carajás, desconsiderando o minério de ferro e manganês, será o cobre, o níquel e seus subprodutos (ouro, prata, cobalto, platina, entre outros). O cobre além de ter uma constância no mercado é insubstituível aos processos produtivos da indústria civil.

5.4.3.2. As instituições no plano Estadual

⁹³ Esse termo significa a união entre duas ou mais empresas, buscando reduzir seus riscos, criando e estabelecendo alianças estratégicas em pró de determinados objetivos, por um tempo determinado. Geralmente é utilizado pode ter como meta a redução de custos, redução da concorrência, abertura de novos mercados, melhoras técnicas e tecnológicas, entre outras, sendo uma parceria estratégica em que as empresas se ajudam mutuamente.

As instituições analisadas no plano Estadual foram a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia (SEDEME) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). A SEDEME⁹⁴ tem como desafio conduzir a execução de políticas de desenvolvimento do Estado do Pará, mediante de ações de fomento para o setor produtivo, sobretudo com o foco em processos de industrialização dos recursos naturais e apoio institucional à verticalização de oportunidades econômicas que movimentam a economia estadual. Sua missão consiste em formular e executar políticas públicas para o setor produtivo por meio da diversificação da economia com agregação de valor e verticalizar de forma sustentável os recursos naturais por meio de ações de fomento para o desenvolvimento da indústria, comércio, serviços, mineração e transformação mineral. A pesquisa entrevistou um servidor pertencente ao SEDEME, que será apresentado como EE01.

A SEMAS⁹⁵ tem como missão promover a gestão ambiental integrada, compartilhada e eficiente, compatível com o desenvolvimento sustentável, assegurando a preservação, a conservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida. Possui 12 diretorias, com desafios diversos, sendo: diretoria de licenciamento ambiental; diretoria de ordenamento educação e descentralização da gestão ambiental; diretoria de recursos hídricos; diretoria de gestão administrativa e financeira; diretoria agrossilvipastoril; diretoria de fiscalização ambiental; diretoria de meteorologia, hidrologia e mudanças climáticas; diretoria de tecnologia da informação; diretoria de geotecnologias; diretoria de planejamento estratégico e projetos corporativos; diretoria de gestão socioeconômica; e diretoria de gestão dos núcleos regionais de regularidade ambiental. Para a pesquisa foram entrevistados um servidor de carreira que lida com o licenciamento ambiental relacionado a mineração e um secretário adjunto. É importante destacar desde o início que o Projeto Salobo não foi licenciado pela SEMAS e sim pelo IBAMA. As codificações para esses profissionais serão EE02 e EE03, respectivamente.

A *estrutura, processo, função e forma* da SEDEME é percebido como um órgão mais de articulação do que de execução. O entrevistado (EE01) destacou que a SEDEME desenvolve políticas e trabalhos a serem incentivados no Estado, necessitando de outros órgãos e atores para sua execução. O servidor atua na fiscalização da Taxa Estadual Recursos Minerais (TFRM), sendo a taxa cobrada pela extração dos recursos minerais no Estado. O valor cobrado é sobre o minério beneficiado e cada produto tem uma alíquota, realizando atividades em campo para inferir se o informado condiz com o executado.

⁹⁴ Informações coletadas no site da SEDEME: <http://sedeme.pa.gov.br/a-secretaria/>

⁹⁵ Informações coletadas no site da SEMAS: <https://www.semas.pa.gov.br/institucional/o-que-e-a-sema/>

O entrevistado (EE01) compreende que a mineração é uma dádiva, pois tudo no nosso entorno, dentro da sociedade moderna, tem a mineração como fonte. Entretanto, para que se garanta uma melhor *distribuição, alocação e escala*, é indispensável que todas as mineradoras apresentem os planos de fechamento de mina. Essa questão é fundamental, pois obriga as empresas a pensarem desde o início do projeto o fim das suas atividades, elencando os programas de comunicação com a sociedade com relação ao seu fechamento e pós fechamento. Percebe que o Brasil ainda não está preparado para isso, ele avalia apenas a apresentação de planos pelas grandes mineradoras. Muitas condicionantes são apresentadas nesses planejamentos pelas instituições, sendo acatado em muitos momentos pelas empreendedoras.

Dando prosseguimento ao roteiro, ao abordamos as questões relacionadas ao CFEM, o entrevistado (EE01) destacou a necessidade de maior transparência dos municípios para com esses recursos. Foi realizado um levantamento compreendendo a utilização do CFEM em alguns municípios, percebendo que alguns são mais transparentes, informando o uso dentro do orçamento municipal, e outros não tendo de forma clara a destinação desses recursos. Retornando ao TFRM, o entrevistado desconhece como os recursos são utilizados, tornando a *distribuição* oculta. Percebe que ambos os recursos devem ser utilizados em pró a sociedade, alertando que muitos municípios mineradores têm precárias, sobretudo, as condições das comunidades, destacando Parauapebas e Canaã dos Carajás, municípios ricos não apresentando retorno adequado a população.

O entrevistado (EE01) reforçou que todos do setor têm consciência que a mineração irá acabar, lembrando de um período que foi levando essa questão no município de Parauapebas, compreendendo a sua dinâmica sem a Vale S.A. Ele visualiza alguns municípios procurando se preparar para o fim da mineração, apesar de serem projetos incipientes. Nesse sentido, a mineração não pode ser a base, sendo que o Estado necessita estimular novos empreendimentos. Apesar de a SEDEME não fazer parte dos atores da fiscalização, são responsáveis por articular, novos atrativos econômicos para os municípios, buscando não cair na armadilha do crescimento econômico, desenvolvendo de fato os territórios.

O descomissionamento de barragem é pensando pelo entrevistado (EE01) como elemento de importância, necessitando compreender os processos de compactação e controle da percolação da água dentro da barragem. Lembra um exemplo curioso, de uma empresa que estava fechando e queria colocar na área da barragem um projeto para pasto e plantação de abacaxi. Alertou que não poderia realizar essa utilização do solo, pois “não se pode ter outras atividades sobre as barragens”, por haver inúmeros riscos. A área de barragem e cava, nesse

caso será sempre um passivo, sendo importante a sinalização, buscando deixar claro a todos a utilização anterior (mineração). Para o entrevistado (EE01), é de suma importância da comunicação adequada entre os empreendedores, para com a sociedade e o Estado, dos estudos de *Dam Break*, pois, é a partir desses levantamentos que são realizados os Planos de Emergência e Contingência.

O entrevistado (EE01) destacou que a ANM e as Secretarias Estaduais não são responsáveis por monitorar as barragens 24h por dia, sendo atribuição da empreendedora, logo, as barragens não rompem de uma hora para outra, apresentando sinais. Exemplifica que as barragens são como pacientes de um hospital, com inúmeros instrumentos de controle, exigindo uma equipe exclusiva para elas. Reforçou que muitas empresas hoje já tem uma preocupação de tratar os rejeitos na planta, retirando as substâncias tóxicas e contaminantes, fazendo impermeabilização das barragens quando necessário. Para (EE01), muitas mineradoras estão secando seus rejeitos e empilhando, reduzindo a Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA). Apesar de haver menor impacto, coloca que “o Brasil não está preparado para uma pilha de rejeitos, pois não há legislação sobre o tema”, sendo que há normas apenas para pilhas de estéril.

Ao abordarmos sobre *desengenharia*, o entrevistado (EE01) lembrou-se do Parque das Pedreiras em Curitiba/PR, construído em uma antiga pedreira, com um atrativo conhecido como Ópera de Arame. Para (EE01), Parauapebas deve apresentar um destino semelhante no futuro, pois faz parte da história do Pará, por ter os maiores projetos minerários do mundo, tornando se possível o Museu da Mineração. Lembra também dos projetos no nordeste brasileiro, que ao findar a extração de argila, as cavas foram transformadas em tanques para piscicultura.

A SEMAS diferente do SEDEME, é um órgão de execução, responsável por diversos licenciamentos e fiscalização, apesar de não ter atribuição legal pela fiscalização do Projeto Salobo, tem preocupações e atuações com relação a esse empreendimento. O entrevistado (EE02) destacou que os seus principais desafios são relacionados ao material humano, pessoas competentes e qualificadas com relação aos estudos de barragens. A equipe da SEMAS, que atua com barragem, se resume em um engenheiro civil, perderam recentemente um geólogo, e estão treinando três novos geólogos. Logo, a equipe consiste de no máximo quatro a cinco profissionais, com uma demanda de mais de 60 barragens, diques, entre outros. Destacou que muitos dos funcionários da SEMAS, no momento em que tem maior qualificação técnica, com anos de treinamento e especialização, são convidados a trabalhar para as empresas de mineração. As pressões das atividades produtivas são evidentes, pois em momentos de maior

conflito há exonerações de cargos, dado o poder econômico que as mineradoras têm. Suspender uma licença por exemplo transforma todo o ambiente de trabalho.

O entrevistado (EE03) adiciona a questão da organização dos dados, pois além do problema de pessoal, as informações na SEMAS eram muito dispersas. Uma força tarefa foi montada no início de 2019, com o objetivo de criar um banco de dados confiáveis, de modo a unificar as informações desorganizadas institucionalmente, lançando ao final do ano um cadastro online das barragens do Estado do Pará, aberto ao público. Realça que as barragens do Estado do Pará são muito mais novas que as barragens do Estado de Minas Gerais, com métodos diferentes de construção (barragens mistas, a jusante e linhas de centro), tendo maior segurança e estabilidade. Além desses fatores, destacou a geografia diferenciada entre os Estados, no qual o Estado do Pará possui como elemento impactante os rios. Lembra que durante as discussões pós Brumadinho, o IBAMA não compareceu no primeiro momento, gerando mal-estar entre os atores. Deve-se ficar claro que apesar de existir um IBAMA em Belém e Marabá, quem licencia o empreendimento é o IBAMA de Brasília, criando dificuldades de interlocução e articulação.

A assembleia legislativa do Estado do Pará (2019) em seu relatório sobre as barragens de rejeitos da mineração localizadas no Estado admitiu dois pontos centrais: i) ausência do Estado em relação à fiscalização e monitoramento das barragens em todas as fases, desde o projeto até sua operação; e ii) a falta de acesso as informações por parte da população atingida; a falta de documentação adequada, incluindo-se os projetos, a outorga e Plano de Ação e Emergência de Barragens de Mineração. Destacaram que a mineradora Vale S.A. possuem 46 barragens de mineração nos municípios em que atuam no Estado do Pará⁹⁶, onde a barragem de Salobo se encontra. No relatório apresenta a visão dos funcionários da empresa e servidores públicos, assegurando a segurança do empreendimento, sendo utilizado um método construtivo diferente das barragens de Minas Gerais. Entretanto, o relatório é altamente inconclusivo, e por isso, a ideia de que não há planos de emergência para se retirar a população do entorno torna se mais intensa, além disso, não há nada que garanta, em termos técnicos, a estabilidade da estrutura. Por ser uma barragem nova e com um método construtivo mais seguro, demonstra de fato ser mais segura do que as barragens de Minas Gerais, mas isso, será o bastante?

Nesse sentido, ao indagar o modelo mineral, o entrevistado (EE02) acredita que boa parte se deve a não se ter uma equipe robusta, tornando o modelo menos sustentável. Por meio

⁹⁶ “[...] sendo 19 em Canaã dos Carajás, 14 em Parauapebas, 06 em Marabá, 04 em São Félix do Xingu e 03 em Ourilândia do Norte. Seis delas, inclusive, receberam classificação “alto” para dano potencial associado pela ANA, sendo uma de Canaã (Sossego), uma de Marabá (Finos 2 de Salobo) e quatro de Parauapebas (Geladinho, Gelado, Pera Jusante e Pondes do Igarapé Bahia)” (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARÁ, 2019, p. 46).

de análises espaciais, projeto de mineração com a vegetação íntegra, e outros com alto nível de desmatamento. Isto posto, reforça a importância de se fortalecer os órgãos ambientais e da necessidade de as empresas estarem mais comprometidas com as questões ecológicas.

O entrevistado (EE03) percebe a questão como a dicotomia entre o ambiente natural e os modelos de crescimento e desenvolvimento econômico. Há uma necessidade de trabalharmos para unificação desses componentes, pois a mineração está inerente a todos os objetos que utilizamos no dia a dia. Não dá para ignorar esse fato, apesar de ser possível se questionar a sociedade de consumo, visto que a cada troca de celular são adquiridos novos componentes minerais. Assim, um componente que merece mais debates são as auditorias independentes que garantem, por exemplo, a estabilidade das barragens, questionando assim, se seriam isso, apenas um selo de marketing descompromissado com a verdade. Por fim, apresenta a diferença entre a compensação ambiental e mitigação ambiental, visto que os termos vêm sendo distorcidos durante os debates.

Levantando questões como *capacidade de suporte* e o princípio da precaução, o entrevistado (EE02) percebe que muitas empresas optam pela linha econômica, tratando esses temas de forma secundária, variando de empresa para empresa. Nessa linha, considera que o Ministério Público e o Tribunal de Contas necessitam fiscalizar mais o uso da CFEM, variando de município para município. Muitos municípios não estão se desenvolvendo como deveriam, não aproveitando os recursos que serviriam para melhorar as condições de vida da população. Faz uma crítica com relação à atuação do Ministério Público, por fazerem uma atuação muito incisiva e rigorosa nos órgãos ambientais (fiscalização), sendo que deveriam atuar da mesma forma com os municípios. Se os municípios recebem recursos e não estão se desenvolvendo, algo está errado, e o Ministério Público não vem atuando a contento na fiscalização dessas causas e efeitos dessa falha alocativa.

O entrevistado (EE03) frisa que o CFEM não é do universo do órgão ambiental apresentando algumas considerações gerais sobre a questão. Identifica uma visão de curto prazo da política que não percebem a importância de alocação dos recursos em formas de investimentos, buscando diversificar a economia do município. Esse é o grande debate ao se pensar na gestão municipal, pois se ficarem na dependência de recursos fardos advindos da mineração, no final dessas atividades não haverá o desenvolvimento no caso da não dinamização econômica.

Ao se levantar pontos relacionados a distribuição de recursos o entrevistado (EE03) frisa que a lei Kandir é muito prejudicial ao Estado do Pará por ter uma economia primária de

exportação de minério. Se a economia não fosse baseada em exportação não haveria esse problema. Logo, são dois problemas, a lei Kandir e verticalização da cadeia mineral no Estado. Enfatiza que a logística do Estado do Pará reforçou o modelo exportador, não sendo capaz de agregar valor internamente, perdendo duplamente.

As distribuições dos recursos não estão ocorrendo a contento, e o entrevistado (EE02) destacou que nas vistorias em campo é observado que os municípios de base mineral não estão desenvolvendo. Reforçou a importância do EIA/RIMA e a necessidade de os servidores dos órgãos ambientais abrirem um pouco mais a mente, “saindo daquela caixinha de dado primário e diagnósticos, fazendo uma avaliação em cima do impacto”.

O entrevistado (EE03) indo nessa linha, realça que a maior necessidade do EIA/RIMA é a qualificação do que realmente é importante para aquele determinado tipo de empreendimento. Percebe-se que hoje, há uma exigência do estudo primário de tudo, mas se há vários empreendimentos que já o fizeram, isso apenas cria um custo desnecessário no processo, necessitando direcionar um pouco mais para estudos de impacto sistêmico.

Destarte, o entrevistado (EE02) reafirma que a importância da mudança de visão depende das pessoas que atuam nos órgãos ambientais e também de uma reformulação das consultorias que estão fazendo esses levantamentos, visto que cópias são recorrentes, com figuras, tabelas e outros dados iguais em territórios diferentes, repetindo informações incoerentes com a realidade local. Mostra caixas e mais caixas de um único projeto (mina do Sossego), abarrotada de documentações, tornando mais intensa a necessidade de material humano, trabalhando com apenas um ou dois técnicos. Apesar das dificuldades, os servidores se debruçam ao trabalho, criando grupos de estudos, padronizando, por exemplo, o parecer técnico para licenciamento de barragem, otimizando o tempo.

Ao tratarmos o ciclo de vida o entrevistado (EE02) percebe que antigamente acontecia muito o empreendimento fechar e não haver nenhuma contrapartida para sociedade no fechamento e pós-fechamento. Hoje, o termo de referência adotado pela SEMAS solicita que o empreendedor apresente programas que dinamize a economia local, tentando evitar a dependência mineral, compreendendo a vocação do território. Ao considerar os territórios, entramos nos planos de emergência e contingência, assim sendo o entrevistado (EE02) coloca que por ser um projeto licenciado pelo IBAMA o departamento (mineração) nunca recebeu nenhum desses documentos.

O entrevistado (EE03) se indaga sobre os planos serem ou não operacionais, ou se servem apenas para cumprir os *ordenamentos jurídicos*, desconsiderando os ordenamentos

técnicos e do *simbólico*. Salienta a importância da criação do grupo de trabalho (GT) de barragens, composta por várias instituições, lamentando que algumas viesse faltando, como as Universidades e o Ministério Público.

Em momentos de problemas, o entrevistado (EE02) destacou que a mineradora (VALE S.A.) relata a SEMAS, deixando a par da situação, apresentando possíveis soluções. Em caso de rompimento, a SEMAS encaminharia uma equipe para o local, auxiliando na gestão de conflitos. Um ponto interessante apresentado ao longo da entrevista foi relacionado a estrutura e o processo entre licenciadores e fiscalizadores. A ANM é a principal fiscalizadora, não emitindo licença para o empreendedor construir, visto que quem vê a barragem nascer é o órgão ambiental. Nessa perspectiva a ANM não tem acesso a esses levantamentos, apresentando uma grande fragilidade da estrutura e processo das instituições do Estado. A ANM só irá ver o empreendimento quando estiver operando, mas o como foi construído fica de posse de outras instituições, tornando ainda mais intensa a necessidade da As Build, para se compreender a função e a forma. A questão do fiscalizador ainda é uma incógnita, realizando aquilo que se pode fazer, pois não é possível analisar apenas a parte ambiental desconsiderando a segurança.

A SEMAS apresenta um avanço metodológico com relação ao Plano de Fechamento de Mina, condicionando os empreendedores a realizar esse estudo desde o termo de referência, nascimento do projeto. É solicitado pela SEMAS o Plano Conceitual de Fechamento de Mina, e no momento do fechamento é solicitado o Plano Executivo de Fechamento de Mina, por ser mais detalhado, exigindo o descomissionamento e descaracterização das barragens. O entrevistado (EE02) informa que hoje existem projeto de duas barragens a construir no Estado do Pará, ainda em fase de estudos de viabilidade. Quando tratado da falta de tratamento adequado para os passivos ambientais, o entrevistado (EE03) destacou que o único meio para reverter esse quadro é mediante a justiça, por serem a última razão do sistema democrático.

Ao considerarmos a tendência da mineração da Vale S.A. migrar para o Estado do Pará, devido ao colapso do sistema sul e sudeste, entramos na problemática dos passivos ambientais e suas *rugosidades espaciais*. Atualmente, a SEMAS tem uma condicionante que obriga o empreendedor a apresentar um plano para tratar os passivos ambientais. Nessa mesma linha, ambos ao tratar do descomissionamento, eles reforçaram a necessidade de um novo licenciamento, comprovando que a barragem está estável para passar pelo processo de descaracterização (ou descomissionamento), tendo dois barramentos de água que passaram por esse processo (descaracterização).

Entrando nas formas de comunicação das firmas para com as comunidades, o entrevistado (EE02) acredita que se não fosse o EIA/RIMA, todo acesso seria ainda mais difícil e complexo. A legislação não obriga as empresas a fazerem um perfil socioeconômico e nem de apresentarem planos de comunicação para com a sociedade. Se não fosse colocado como condicionante pela SEMAS, tudo leva a crer que a situação poderia ser ainda mais problemática, com o mínimo de informações possíveis. O entrevistado (EE03) aponta que hoje o acesso melhorou para a comunidade, pois as empresas estão abrindo suas portas para visitaço, algo que so ocorreu aps o acidente com a barragem da Vale S.A. em Minas Gerais (Brumadinho). Entretanto, ressalta que para pesquisadores h sempre desculpas operacionais, tornando o acesso complexo, algo que percebemos durante a pesquisa.

Ao indagarmos sobre a *desengenharia*, o entrevistado (EE02) reforou que no Par, quase h minas fechando, pois, em todo estado, esse processo ainda est em fase inicial. Quem diz como vai fechar o empreendedor, cabendo a SEMAS avaliar as metodologias a serem aplicadas. Na viso do entrevistado (EE03) considera inadmissvel o Estado do Par ser desprovido de um grande museu da minerao (borracha, aa e cacau), entrando na proposta da desengenharia. Acentua, bastaria o Estado ter um museu dos recursos naturais, visto a riqueza do territrio e sua importncia histrica.

Por fim, o entrevistado (EE02) reforou a necessidade de capital humano, pois a rotatividade muito grande, com o agravante de boa parte do quadro ser temporrio. Os servidores chegam aos rgos ambientais, so treinados, e saem depois de dois a trs anos. O entrevistado (EE03), acrescenta a necessidade de capacitao constante dos servidores, pois so assim possvel qualificar o licenciamento. O entrevistado (EE02) considera a SEMAS uma grande escola, pois a maioria dos servidores entra sem nenhum conhecimento tcnico, e no momento que adquirem essas capacidades, so incorporadas pelas empresas. Assim, (EE02) diz que recentemente perderam o melhor tcnico do departamento para as mineradoras, o que torna o dia a dia muito difcil. O entrevistado (EE03) revela que a pauta mineral foi a questo central do ano, avanando bastante sobre o tema, percebendo sua continuidade durante os prximos anos.

5.4.3.3. As instituies no plano Municipal

Fechando o bloco relacionado s instituies do Estado, ser apresentada a viso dos servidores responsveis pela gesto de trs rgos do municpio de Marab/PA, sendo:

Secretaria de Mineração, Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia (SICOM), Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) e a Defesa Civil. Para a pesquisa iremos utilizar a seguinte codificação: EM01, EM02 e EM03, respectivamente.

O primeiro ponto que identificamos, é a *estrutura, processo, função e forma* das instituições analisadas. O entrevistado (EM01) tem como maior desafio a reengenharia da SEMMA, reorganizando os processos de licenciamento, pois havia um tratamento desigual perante os empreendedores. Considerando a falta de estrutura do Estado com relação a fiscalização buscou resolver os gargalos otimizando seus recursos. Há um trabalho integrado com o Ministério Público, Polícia Civil e Militar, DMTU, Defesa Civil, Conselho Tutelar, entre outros, apresentando bons resultados para o município de Marabá, sendo que a SEMMA apresenta um papel importante no processo, por ter a função de Polícia Ambiental. Destacou que a poluição sonora é um dos maiores desafios da sua gestão, tendo grande demanda por meio de denúncias. Reforçou a importância das brigadas para o combate aos incêndios que vem ocorrendo nos períodos mais secos do ano.

As barragens não são licenciadas pela SEMMA, por não ter atribuição legal nesse quesito, sendo destinado ao IBAMA ou a SEMAS. Apesar de não ter essa atribuição, a SEMMA pode fiscalizar, realizando visitas na barragem do Projeto Salobo, juntamente com o Conselho Regional de Engenharia (CREA) e Secretaria de Fazenda do Estado. Nesse sentido, o entrevistado (EM01) percebe que as grandes mineradoras seguem os ritos legais, fazendo, às vezes, o que se é solicitado. Suas preocupações centrais são para as pequenas mineradoras, principalmente aquelas ilegais (garimpos clandestinos), pois não há um acompanhamento por parte do Estado em relação a escala, havendo a exploração e posteriormente o abandono. Para ele, há investigações em andamento para que se possa dar uma resposta para a sociedade sobre esse problema.

Pensando nos royalties (CFEM), relacionado principalmente, à distribuição e alocação dos recursos, (EM01) destacou que não é atribuição da SEMMA, logo, não é possível avaliar os mecanismos. Em contrapartida, ele reforçou sobre a importância do ICMS Verde no município e seus avanços, por estar conseguindo diminuir a pressão sobre os aterros por meio do cooperativismo.

O Plano de Emergência e o Plano de Fechamento de Mina não são do conhecimento do entrevistado (EM01), demonstrando a fragilidade dos Planos de Comunicação da empresa para com os principais interessados, afinal, é obrigação da empresa. Apesar dessa falha, o acesso da SEMMA com a mineradora é adequado, pois a mineradora tem um funcionário a disposição

para atendê-los. (EM01) reforçou, a falta de efetividade com as ações e necessidades para com o que deve ser feito por parte da mineradora, em outras palavras, tem-se o acesso, mas nem sempre obtêm o devido retorno. Percebe que as empresas do setor estão muito focadas no presente, atendendo demandas pontuais por pressão da sociedade, não atuando no *devir*. Não se fala do vazio social, econômico e ambiental oriundos do fim da exploração mineral. Os benefícios da exploração são basicamente as infraestruturas, como a ponte no Rio Tocantins, obra realizada apenas devido a pressão popular, sendo que seu legado se resumirá aos passivos ambientais e sociais.

Considerando o caso hipotético do rompimento da barragem, o entrevistado (EM01) destacou que não tem os estudos das simulações (*Dam Break*) da extensão do dano, representando uma preocupação. A principal medida emergencial adotada pela SEMMA nesse caso, seria a retirada principalmente do consumo de água das comunidades, tanto pela população urbana como rural. Compreende que um dos principais afetados seriam as famílias de pescadores, visto a extensão do dano afetar toda uma cadeia produtiva. Os impactos do rompimento dessa barragem, pelo seu entender, seria muito superior aos ocasionados em Mariana/MG e Brumadinho/MG. Além disso, não se sabe ao certo o conteúdo compreendido dentro da barragem, mas por ser uma mineração de cobre e ouro, esse rejeito precisa ser mais bem avaliado. Ele (EM01) reforçou que não apenas o rompimento é um fator de preocupação, pois a contaminação do solo, atingindo os lençóis freáticos, é outro determinante de risco.

Entrando, no final do ciclo de vida do projeto, o entrevistado (EM01) reforçou não ter nenhum estudo dos métodos que a empresa utilizará para descomissionar e descaracterizar a barragem de rejeito. Acredita que o Estado, em todos os níveis, necessita atuar de forma mais enfática nesse sentido, para que o passivo não seja transferido no futuro para a sociedade. Apresenta receio que ao final do processo produtivo, considerando também as grandes mineradoras, chegue um momento de abandono, pois as instituições não estão preparadas para isso. “O que vai ficar após a mineração?” indaga (EM01). Esse é um problema que está sendo repassado para as futuras gerações, pois o passivo irá ficar, se nada for feito no presente. Finaliza abordando que existem alternativas de engenharia para o tratamento, disposição e uso dos rejeitos, mitigando os passivos ambientais no *devir*, do qual as Universidades são fundamentais nesse processo.

A SICOM tem parceria com a associação comercial compreendendo as demandas, desafios e perspectivas do setor empresarial. Para o entrevistado (EM02) há um desafio pelo lado do empresariado com relação a fragmentação das reservas pela Vale S.A. Isso posto, surge

o monopólio, o que dificulta a entrada de novos empreendimentos. Parte da clandestinidade está ligada a essa questão, visto que a empresa não explora e não permite que outros também o façam. Destacou (EM02) que vários empreendimentos clandestinos foram solicitados a sua legalidade, entretanto, o poder econômico da empresa culmina na não autorização, constituindo em minerações ilegais. A única mineradora que atua de forma legal na região é a Buritirama na exploração do manganês, colocando todas as demais na clandestinidade. Essa é uma pauta do setor empresarial, por haver interesse na exploração legal do uso do solo, mas que não conseguem legalizar devido a esse cenário de monopólio, apresentando um gargalo na escala.

Ao se pensar no modelo de exploração mineral, o entrevistado (EM02) reforçou que hoje o Brasil não pode abrir mão da sua exploração por ser um componente vital para as balanças comerciais. Compreende que a mineração é a base de sustentação da economia, em que o grande questionamento é referente a base primária de exportação de commodities, para um modelo que industrialize, não havendo verticalização dos processos operacionais. Exemplifica que o Brasil, ao pensar no agronegócio, exporta grãos e importa óleos, não agregando valor ao produto. Lembra que Marabá tinha uma força metalúrgica considerável no passado, hoje, apenas com a Sinobrás como siderúrgica, necessitando de maiores investimentos para a recuperação desse parque industrial. Parte desse investimento é dependente da cadeia do cobre, em que a Vale S.A. tem praticamente todas as jazidas, com contratos fechados para exportação, não investindo para atender as demandas locais.

A distribuição dos recursos obtidos pela compensação da exploração mineral (CFEM) é percebido pelo entrevistado (EM02) como mecanismo auxiliar, pautado nos impactos do empreendimento ao ambiente natural, esse fato, reforça a importância da cobrança do ICMS para o desenvolvimento local. Efetivamente, compreende que o Estado não está auferindo resultados econômicos por essa compensação, por ser um valor que apenas compensa os estragos realizados no território. Substancia que o Estado do Pará é riquíssimo com uma população miserável, justamente por causa do CFEM e da Lei Kandir, sendo que o CFEM não absorve os impostos não gerados. Se o Estado recebesse o imposto devido, fora da lei Kandir, haveria maiores recursos para investimento. Ele ressaltou também que não adianta “encher o Estado de dinheiro” sem uma administração pública adequada. Lembra do pacto federativo e a essência da Lei Kandir, observando que também não adiantaria se ter Estados ricos, enquanto outros estão estariam pobres. A produção mineral não é apenas do Estado em que está sendo explorado, afinal, é uma riqueza da Nação. Por fim, destacou a importância da receita do CFEM,

concordando com modelo em que não dá destinação ao seu uso (carimbo), por auxiliar os administradores públicos em sua alocação para benfeitorias públicas.

Enquanto os elos produtivos, o entrevistado (EM02) percebe que há uma cadeia positiva dentro da mineração durante o seu ciclo de vida, destacando as demandas da empresa por bens e serviços, estimulando o mercado interno, que por sua vez, amplifica o comércio local. Salienta que apenas a prefeitura de Marabá coloca aproximadamente 400 milhões de reais por mês na economia local. Ao entrarmos na finitude dos minérios, levando em consideração o final do ciclo de vida e o fechamento das empresas, informa que não há um debate com esse enfoque. Primeiro, por considerar que as reservas minerais sob domínio da Vale S.A. possuem um potencial de perpetuação de décadas, quiçá século. O que deve ocorrer é o fechamento de um ou outro projeto, não impactando em termos gerais a região. Percebe também como precoce essas análises (*devir*), principalmente, devido as soluções tecnológicas que estão sempre avançando, tornando obsoletos os cenários previstos. Apesar do alto grau de subjetividade desses estudos, considera importante para se evitar “cidades mortas”, caindo no problema das cidades que “não tem, mas já teve”⁹⁷, disse (EM02). Destacou a importância de Marabá para a economia da região, por constituir hoje um polo econômico, referência em vários campos, apresentando alternativas e opções para a população.

Considerando os cenários hipotéticos do rompimento da barragem, bem como o plano de fechamento da mina, o entrevistado (EM02) desconhece os procedimentos e estudos, por não constituir uma atribuição da SICOM, e sendo talvez um ponto a se tratar com a SEMMA. Questionando se há na região projetos de exploração mineral que necessitem de novas barragens, o entrevistado coloca que não é do seu conhecimento, destacando que o último projeto foi Salobo III, que manteve as mesmas características como impacto dos projetos I e II.

Entrando na discussão dos passivos ambientais o entrevistado (EM02) acredita que não há nenhum mecanismo para garantir a solução dos passivos ambientais em caso de falta do empreendedor, ficando esse passivo sob responsabilidade do Estado. Lembra do parque de Gusa em Marabá (metalurgia) que teve suas atividades interrompidas devido a diversos fatores, com grandes passivos ambientais, se deteriorando sem nenhum tratamento até o momento. Adiciona que muitos dos passivos não são de responsabilidade do município, por estarem compreendidos

⁹⁷ Esse foi uma terminologia utilizada para exemplificar os municípios minerais que após as atividades de mineração, os moradores ao serem indagados por visitantes sobre atividades de lazer e recreação, respondem suas dúvidas dessa maneira (não tem, mas já teve). Se perguntar se o município possui um cinema, um parque, um teatro, entre outras atividades de lazer e recreação, os municípios no momento da bonança mineral possuíam, todavia, após o término, foram descontinuados esses empreendimentos.

em áreas Estaduais ou Federais, cabendo aos administradores públicos municipais a provocação quanto a solução.

O descomissionamento da barragem é uma incógnita para o entrevistado (EM02), por não conhecer as técnicas empregadas. Entende que há dois motivos para o descomissionamento, sendo o primeiro realizado pelo limite da operação e o segundo pela determinação legal do descomissionamento das barragens a montante dos empreendimentos de Minas Gerais. Destacou que no processo de descaracterização da barragem é importante o empreendedor continuar a monitorar, pois apesar de não estar ativa, ela continua com riscos dentro do território. Lembra-se da situação da Samarco S.A., sendo que o CEO era considerado o melhor do Brasil por causa dos seus resultados, exigindo o máximo das suas equipes, colocando a produção acima de tudo e todos, de forma até irresponsável, comprometendo os fatores de segurança.

O entrevistado (EM02) acredita que a desengenharia para a região teria um maior potencial agrícola, visto que a grande discussão da Amazônia é o limite de ocupação do uso do solo, pois hoje “mais de 75% do território são de terras que não se pode mexer”.

(EM02) exemplifica que os indígenas hoje têm interesses econômicos de exploração sustentável dentro dos seus territórios, visto que o Brasil “não tem mais para onde crescer” e que eles querem qualidade de vida. Destacou as cobranças internacionais de países que se desenvolveram com uma base de exploração predatória, forçando o Brasil a tomar atitudes diferentes, sem as devidas compensações financeiras que garantam a floresta em pé. Acredita no potencial científico da Amazônia para o futuro, abrindo para terceiros o desenvolvimento de pesquisas que gerem receitas e riquezas para a sociedade, algo que já se faz clandestinamente. Pensando na mineração percebe um potencial turístico do ponto de vista acadêmico (engenharia), integrando cidades para passeios técnicos, compreendendo todo um arranjo produtivo que vai de Usina Hidrelétrica ao Projeto S11D.

Por fim, ele (EM02) tivera reforçado a expectativa do empresariado em realizar explorações minerais, ele acredita haver alguma medida que faça com que a Vale S.A. libere algumas reservas. Isso seria importante para a dinâmica econômica da região, visto que hoje nem a Vale S.A. e nem os empresários locais exploram as atividades, por causa do monopólio criado com ajuda do Estado. Quando a exploração é pela ilegalidade, ela não gera benefícios para a sociedade e cria passivos ambientais, dado a dificuldade de fiscalizar, não passando com isso, pelos processos de licenciamento. Destacou que após os acidentes em Minas Gerais todas as expectativas estão sendo alocadas ao Pará, com grandes projetos de ampliação produtiva.

Além disso, o entrevistado lembra-se dos custos de produção de alguns projetos no Brasil, destacando as margens impressionantes ao se comparar com o projeto S11D, remetendo a renda da terra.

A última instituição do executivo no âmbito municipal foi a Defesa Civil, ela tem, entre suas atribuições, a realização de um conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e construtivas, ao se pensar em desastres naturais e/ou incidentes tecnológicos, buscando estratégias para minimização dos impactos. Para o entrevistado (EM03), a atuação e importância da Defesa Civil no município, por buscar a normalidade social por meio de um processo contínuo e com intuito de eliminar ou mitigar os riscos impostos à sociedade, principalmente, aos mais vulneráveis. É um processo de avanço bem lento e gradual, com um escopo de atuação que se amplia ao longo do tempo.

A Defesa Civil de Marabá estava abandonada, com uma estrutura ainda mais precária e sucateada, sendo que nos últimos anos iniciou um processo de reestruturação. Lembra-se, o entrevistado (EM03), da última grande enchente em Marabá, no ano de 2018, no qual, com a ajuda do Exército brasileiro conseguiram fazer uma boa atuação, realizando 180 mudanças em um dia, e atendendo a mais de 3 mil famílias, distribuindo quites humanitários. As queimadas também foram questões incorporadas ao escopo da Defesa Civil, sendo criadas brigadas para atuação no período, avançando substancialmente, pensando em sua ampliação para os próximos anos. As invasões também são uma preocupação constante da Defesa Civil, avançando em suas tratativas. No geral, podemos concluir que hoje a Defesa Civil tem um bom plano de contingência para enchentes, o que reforça a importância desse documento para desastres naturais e/ou incidentes tecnológicos. Apenas para ilustração, estão mapeadas no plano de contingência das enchentes as famílias impactadas, as necessidades de recursos em diversas escalas, as áreas prioritárias, áreas de risco, os hospitais, a localização dos possíveis abrigos, planos de transporte, entre outras questões.

No início o entrevistado (EM03) pensava em Defesa Civil com relação as enchentes, oriundas dos períodos chuvosos no município. Hoje já se abarca a importância de compreenderem as situações das barragens de rejeitos minerários, algo que ganhou maior relevância após os acidentes tecnológicos das mineradoras em Minas Gerais. Hoje a Defesa Civil do município de Marabá/PA, apesar de não ter um efetivo técnico, está atento aos riscos das barragens de rejeitos. Ao se pensar no Projeto Salobo, houve duas visitas a barragem Mirim, levando outras instituições como o Corpo de Bombeiros, Exército e Imprensa. Foi observado pelo entrevistado durante as visitas, que a barragem é toda monitorada, com uma tecnologia

aparentemente adequada para o empreendimento, apesar de se considerar leigo no assunto. “Temos a sensação de que nunca irá se romper”, disse (EM03), “mas as coisas acontecem, podendo acontecer com a barragem em questão”.

(EM03) informa que a Defesa Civil participou de dois simulados, visto que o Projeto Salobo e sua barragem Mirim não tem uma população próxima, com exceção do povo indígena na época da colheita da castanha. Dessa forma, quem participa efetivamente dos simulados são os próprios funcionários da empresa, sendo acompanhado pela Defesa Civil. Lembra que o setor administrativo está sendo deslocado, visto que ficavam no “pé da barragem”. Devido a nova legislação foram obrigados a realizem as mudanças das instalações, em que nos indagamos se seria feito se não fosse pela força da lei.

Para (EM03), as rotas de fuga estão todas sinalizadas, com pontos ao encontro claros, apresentando um bom plano de ação e emergência (PAEBM), sendo responsabilidade do empreendedor. O plano de contingência, que é uma obrigação da Defesa Civil, buscando dar resposta para o caso de acontecer o pior cenário, ainda não foi elaborado. Por possuírem uma equipe enxuta (cinco servidores), a própria mineradora se propôs a contratar uma empresa para realizar o trabalho. Deve ficar claro que a Defesa Civil deverá participar de todo o processo de construção, afinal, será o coordenador dessa instituição a assinatura do documento final. Quem irá gerenciar a catástrofe é a Defesa Civil, tornando fundamental o diálogo da empresa com essa instituição.

O entrevistado (EM03), ao questionarmos sobre o fim do ciclo de vida do Projeto Salobo, a *desengenharia*, plano de fechamento de mina, descomissionamento e as questões de *escala, alocação e distribuição*, afirma desconhecer os planejamentos. Reforçou que são questões centrais para o município, principalmente ao se pensar em *devir*, indagando o empreendedor a respeito dessas questões. Acredita que com base nessas informações será possível o município elaborar planejamentos considerando o fim da atividade mineral, bem como, intensificar a fiscalização das ações a serem realizadas nas etapas do pós-fechamento. Percebe que apesar do Projeto Salobo ser de aproximadamente 50 anos, a Vale S.A. tende a durar mais tempo, o que não garante a segurança efetiva do empreendimento, dada as *rugosidades espaciais* no caso do não tratamento dos passivos ambientais. Sente que a maior preocupação atual da mineradora é relacionada ao rompimento, não dando a devida atenção para o fechamento.

5.5. A SOCIEDADE E SEUS MOVIMENTOS SOCIAIS: RESULTADOS A PARTIR DAS OBSERVAÇÕES EM CAMPO

A última unidade dos resultados da pesquisa refere-se ao espaço banal, em que as pessoas interferem nos demais *elementos espaciais*, no qual os *sistemas de ações* e *sistemas de objetos* modificam a ação humana. Em outras palavras, é no espaço banal que emerge a *ordem do simbólico*, mediante a transformação, a mudança, a surpresa e a recusa, tornando o espaço econômico (firmas) como um subsistema do espaço total, por meio da supressão, acumulação e superposição. Tudo está ligado ao espaço banal, direta ou indiretamente, por serem os demandantes e ofertantes de tudo que se tem. As várias derivações da sociedade, como *elemento espacial*, são constituídas pelo espaço banal. Entretanto, as visões, percepções e opiniões constituídas nesse espaço estão perdendo fôlego devido à perpetuação do modelo hegemônico, não natural, do espaço econômico se sobrepondo aos demais espaços. As vozes originárias do espaço banal estão cada vez mais baixas, silenciadas por um modelo econômico poderoso, maior que Estados, elas buscam incessantemente tornarem-se maior do que a sociedade, elas subjagam tudo e todos.

A mineração é um retrato desse fenômeno, da junção do Estado, submisso ao poder econômico, em todas as esferas, criando efeitos colaterais latentes, distorcendo o espaço banal, guiando as ações humanas ao caminho da *sociedade de risco*. Todos os entrevistados, sem exceção, consideram a mineração uma dádiva, porém sua maldição está nos arranjos permissivos do Estado em sua distribuição e abundância. Pensando pelo viés do ambiente natural, em que os bens minerais estão alocados, a riqueza mineral é concedida a crédito das gerações futuras. Por séculos o Brasil foi explorado, saqueado, tolerando a escravidão como meio para exploração mineral, desqualificando o espaço banal. Na modernidade reflexiva, aquelas riquezas de outros tempos não são percebidas e também foram incorporadas no dia a dia da sociedade, herdamos os passivos (crédito) das gerações passadas. Nesse momento, com uma exploração industrial de larga escala, a riqueza mineral também vem a crédito das futuras gerações. Nesse sentido, não se pode tolerar que esse empréstimo intergeracional não melhore as condições do espaço banal presente, haja vista que também não melhorou no passado. Para ocorrer essa melhora, a orientação deve fluir pelas vozes daqueles que melhor do que ninguém compreende o seu território, por lá estarem inseridos. Esse é o objetivo desse capítulo, apresentar as vozes que por muito tempo estão silenciadas por um modelo explorador e saqueador das nossas riquezas minerais.

O povo indígena, Xikrin do Cateté constitui o primeiro elemento espacial, referente a sociedade, a ser investigado nessa pesquisa. O território desse povo é de aproximadamente 439.150 hectares, em sua maioria pertencem ao município de Parauapebas. No ano de 1974 começaram os estudos para definição territorial da terra indígena, em 1978 foi delimitada, em 1981 demarcada, e por fim, no ano de 1991 foi homologada. A vida cosmológica do povo Xikrin é constituída de espaços naturais distintos, como: o domínio do céu aberto; lugar de origem; o domínio da terra, dividido em floresta e clareira; o mundo aquático; e o mundo subterrâneo. Devemos destacar que assim como diversas comunidades indígenas da Amazônia Brasileira, desde a época da colonização, os Xikrins lutam para não serem extintos. O momento crítico foi entre 1950 e 1960, durante os primeiros anos de contato, com grande mortalidade, devido a doenças transmitidas pelo contato com o homem branco. Conforme as associações indígenas, os Xikrin do Cateté possuem aproximadamente 1468 indivíduos, dividido em três aldeias. A primeira aldeia conta com 749 pessoas, denominada Pukatingró/Cateté, centrada a margem esquerda do rio Cateté. A segunda aldeia, tem 526 indivíduos, vivendo na aldeia Djudjekô, a 13 km do povo Cateté. A terceira aldeia conta com 193 indivíduos, formando a nova aldeia O-odjã. Assim, observamos que existem diversos conflitos no território, isso faz da região, um local violento, sobretudo do ponto de vista agrário do Brasil, dividindo o espaço com posseiros, trabalhadores sem-terra, fazendeiros, grileiros, empreendedores, entre outros (AÇÃO CIVIL PÚBLICA, 2018).

O território para o povo Xikrin está relacionado com aspectos econômicos, geográficos, históricos, simbólicos e arqueológicos, o que não condiz com a atual demarcação física, por negar a cosmologia indígena, quanto pela redução das dimensões utilizadas pelos seus ancestrais. A mobilidade para essa comunidade é de vital importância. O povo Xikrin é seminômade, eles criam conflitos com o empreendimento instalado (Projeto Salobo), entre outros. Esse projeto está criando externalidades negativas, refletindo no contexto sociocultural de territorialidade a escassez dos recursos naturais para subsistência da população. Apesar das riquezas naturais, que poderiam ser uma dádiva tanto para o povo indígena quanto pela sociedade brasileira, essas riquezas também representam uma problemática de difícil resolução, visto que os interesses indígenas são desconsiderados, criando uma sensação de constrangimento e desrespeito (AÇÃO CIVIL PÚBLICA, 2018).

Diante desse resumo, entrevistamos lideranças, representantes e advogados do povo Xikrin, sendo utilizada na pesquisa a codificação SO01, englobando todos.

O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) é o primeiro movimento social a ser analisado nessa pesquisa. O MAB⁹⁸ tem como pauta central a luta em defesa da água e da energia, buscando construir um projeto popular para o país, atuando na temática que “água e energia não são mercadorias”. Seu escopo por muito tempo foram as barragens de água, todavia, após o crime corporativo da Samarco S.A. em 2015, incorporaram a pauta as barragens de mineração em seu escopo. Acreditam que a participação desorganizada das pessoas na sociedade cria maus resultados, carecendo de organização. Nesse sentido, buscam reunir pessoas, esclarecendo e despertando nelas, a importância da luta pelo o que se quer. Uma das responsabilidades assumidas pelo MAB consiste na luta pelo direito dos atingidos (as) por barragens de produzir alimentos saudáveis e energia, dedicando esforços para projetos com base agroecológica. O MAB é um movimento nacional, autônomo, de massa, de luta, com direção coletiva em todos os níveis, com rostos regionais, sem distinção de sexo, cor, religião, partido político e grau de instrução. Esse movimento consiste em um movimento popular, reivindicatório e político. Para a pesquisa foram entrevistados dois militantes do MAB, cujas codificações serão SO02 e SO03.

Será apresentada a visão de duas instituições representantes da sociedade civil, constituídos em movimentos sociais, atuando sobre a questão mineral e suas barragens de rejeitos. O segundo movimento social a ser analisado é o Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM). O MAM⁹⁹ surge de uma acumulação da experiência de espoliação histórica da mineração no Brasil. Teve início em meados de 2012, no Estado do Pará, no enfrentamento ao Projeto Grande Carajás da empresa Vale S.A. Percebem que a expansão da mineração, intensificada nos últimos anos, causou na mesma proporção, violações de Direitos Humanos e conflitos no território onde a mineração se estabelece. O MAM é um movimento popular não conjuntural, mas que incide perenemente no processo político brasileiro, no que tange às destinações e apropriações dos bens naturais desse país. É um movimento que busca discutir o ritmo da mineração (*escala sustentável*), onde se pode ou não minerar (*alocação eficiente*), lutando pela soberania popular na mineração (*distribuição justa*), ou seja, os pilares da economia ecológica.

Percebem que os elementos históricos da formação econômica e social brasileira são, também, decisivos para compreendermos a concepção do Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM), buscando projetar ideias de mudanças estruturais da nossa sociedade. E

⁹⁸ Informações coletadas no site do MAB: <https://www.mabnacional.org.br/>.

⁹⁹ Informações coletadas no site da MAM: <https://mamnacional.org.br/>.

isto só será possível se a construção passar por um sujeito político coletivo, atuando para frear o livre arbítrio do capital sobre os minérios, o que conjuntamente pode mobilizar uma série de mudanças sociais ligadas a esse processo de saque e espoliação. Foram entrevistados dois militantes do MAM, codificados para pesquisa em SO04 e SO05.

Os povos indígenas do Xikrin, conforme os entrevistados (SO01) são contrários ao atual modelo mineral, consistindo em uma das principais resistências para os empreendimentos realizado no Complexo do Carajás, como o Projeto Salobo. Foi realizada em 2018 uma Ação Civil Pública, sob o protocolo: 1000305-06.2018.4.01.3901, como responsável, a Oliveira Lima Advogados Associados, como representantes das comunidades indígenas afetadas (Xikrin). Além da responsabilidade civil pelos danos ambientais do empreendimento, o objetivo também foi a suspensão do licenciamento ambiental; todo ato visou o empreendimento do Projeto Salobo. Em síntese: i) nos termos da convenção 169 da OIT, a consulta livre, prévia e informada dos povos indígenas e demais populações tradicionais localizadas na área de influência; ii) elaboração de estudo específico de componente indígena, em relação ao Projeto Salobo; iii) implementação de medidas mitigatórias e compensatórias para as comunidades indígenas; iv) o cumprimento das condicionantes ambientais exigidas pelo IBAMA, no âmbito da Licença Prévia nº 33/1994 , da Licença de Instalação nº 416/2006 e nº 889/2012 , e da Licença de Operação nº 1096/2012; e v) responsabilidade ambiental pelos danos socioambientais e danos socioeconômicos aos Xikrin .

Os entrevistados (SO01) informam que o empreendimento foi realizado sem consulta as comunidades indígenas. Além disso, relatam, a não realização de um estudo prévio do componente indígena, sendo estabelecido várias condicionantes ambientais, desde 1997. Essas condições não foram cumpridas.

Conforme (SO01), o empreendedor se omite a cumprir e o IBAMA faz vista grossa na fiscalização, com uma FUNAI totalmente sucateada. Há diversos problemas do Projeto Salobo com relação aos Xikrin, apresentado anteriormente na síntese da Ação Civil Pública. Foi alertado o risco da barragem a Agência Nacional de Águas, não dando a devida importância, impossibilitando a população indígena a coletar castanha em 2019, com medo de rompimento, pós-crime corporativo da Vale S.A.

Os entrevistados (SO01) consideram a estrutura do Projeto Salobo igual a mina do Córrego do Feijão (Brumadinho/MG), com a área administrativa logo abaixo da barragem, diferenciando apenas o método construtivo. Um dos argumentos da firma é: não afetar a população indígena. Apesar de não compreender a terra indígena demarcada, os indivíduos

fazem coleta de castanha nas proximidades, tendo um conceito de território diferente da demarcação. A região sempre foi utilizada para atividades das populações indígenas, por pelo menos 100 anos, na localidade, próximo ao empreendimento Salobo, em uma área conhecida como Caldeirão, em que há cemitérios e diversas atividades culturais.

Os Xikrin, conforme os entrevistados (SO01), historicamente foram empurrados do centro oeste, devido a diversas pressões, se instalando inicialmente próximos a região de Redenção. Foram criados subgrupos, em que o Xikrin do Cateté se estabeleceu na região do Carajás. Essa área possui muita riqueza mineral e biológica, com um grande mosaico ecológico, visto que toda a área era explorada por essas comunidades.

Com isso, houve conflitos entre a população nativa e os interesses de exploração. Desse modo, os maiores conflitos ocorreram com Ferro-Carajás, sendo o primeiro grande atrito entre os Xikrin e Vale S.A. Posteriormente, os conflitos foram com a Onça Puma, em que segundo (SO01) há estudos da Universidade Federal do Pará (UFPA), identificando o lançamento de rejeitos no leito do rio Cateté, no qual resultou na causa do nascimento de crianças deformadas e piora substancial da saúde da população indígena, por ser o principal rio utilizado. O maior projeto minerário do planeta, S11D, é visualizado de dentro da aldeia, com isso, é possível ver os refletores da operação (clarões) e ouvir as explosões, o que resulta na dificuldade para a prática da caça e da pesca. Assim, esses empreendimentos tem o mesmo *modus operandi* elas saltam etapas do licenciamento e com isso, postergam as suas obrigações, “não se cumprem nada e não se faz nada”, diz um dos entrevistados. A única alternativa é buscar por meio de ações judiciais morosos (décadas), o que coloca as populações e comunidades em situações de vulnerabilidade e riscos.

Os principais projetos da Vale na Bacia Hidrográfica do Itacaiúnas, onde ficam os Xikrin do Cateté, são: a mina do Alemão, Salobo, Azul, Serra Sul, Sossego, Vermelho, Cristalino, Serra Leste, entre outros.

Ao questionarmos os pontos relacionados à compensação, deve ficar claro que as compensações financeiras para os povos indígenas são diferentes da ideia do CFEM. Conforme os entrevistados (SO01), há na Constituição Federal a participação de lavra¹⁰⁰ para os atingidos, inclusive para as comunidades indígenas, apesar de não ter sido regulamentada. A compensação financeira é relacionada aos impactos já causados para suprir necessidades vitais, o mínimo existencial, físico e cultural dos indígenas, pois esses empreendimentos trazem muitos

¹⁰⁰ A participação de lavra estava no dispositivo regulamentar do código de mineração, no capítulo XIII, sendo revogado na íntegra pelo decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Segue o link para consulta: http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/rcm_13.htm

problemas para as comunidades, principalmente relacionado a saúde, com altos custos. A compensação financeira para os indígenas é mensal, utilizando os recursos em projetos escolhidos pela comunidade. Lembram que no projeto Onça Puma, o Ministério Público Federal exigiu uma compensação de R\$1.000.000,00 por aldeia, até o cumprimento das obrigações ambientais, cessando pós as ações mitigadoras por parte do empreendedor, afirmam os entrevistados (SO01). Todavia, essa decisão foi revogada, criando um critério proporcional de um salário mínimo por integrante, até que se cumpra as obrigações ambientais.

Devemos lembrar que esse valor não é para cada indivíduo da comunidade, pois, os recursos vão para as associações, para posteriormente decidirem seu uso, como saúde, educação e alimentação. Nos projetos S11D e Salobo foram solicitados o mesmo critério, sendo indeferido todos os pedidos pela Justiça Federal em Marabá. Os ônus não ficam para os empreendimentos minerários e sim para as comunidades indígenas.

Para ilustrar (SO01), informa que foi determinado pelo Juiz a execução dos estudos dos componentes indígenas, todavia, deu o prazo de 60 dias, sem estabelecer multas no caso do não cumprimento. Os prazos foram descumpridos, não havendo nenhuma consequência para os empreendedores.

O CFEM, na concepção dos entrevistados (SO01) é pouco transparente, com isso, eles citam Ourilândia do Norte que por sua vez pagam o salário dos funcionários com esse recurso, algo não permitido pela legislação. Sabemos que esse recurso deveria ser atrelado a investimentos sociais e de infraestrutura, garantindo que após o fim do ciclo de vida do projeto, criem novas alternativas econômicas nos municípios. Dessa maneira, vemos utilização indevida dos recursos, o que aumenta os números dos funcionários com projetos questionáveis, como criação e revitalização de praças *ad eternum*. Há uma pretensão dos entrevistados para entrar com uma ação de participação de resultado de lavra, por estar na Constituição Federal, tem eficácia plena e não necessitando de lei, por não haver uma *distribuição justa* das riquezas nacionais.

De acordo com os entrevistados, para os povos indígenas a mineração não pode ser compreendida como uma maldição, pois é o que garante a subsistência, devido o Estado não chegar até as aldeias. Como o território dos povos indígenas foram seriamente comprometidos, afetados por esses empreendimentos, as compensações garantem a perpetuação das suas tradições, visto que sem isso poderiam ser extintos, permitindo a manutenção de sua cultura. Há uma limitação espacial, condicionados a uma forma de vida que não tem horizontes para o deslocamento. A rigidez locacional dos recursos minerais hoje se aplica aos povos indígenas,

constituindo no *mundo cheio*. Os indígenas, quando questionados a respeito do modo de viver, preferindo a harmonia com a natureza do que a dependência dos recursos da Vale S.A. No entanto, eles sabem que não há mais essa possibilidade, visto que a recuperação da floresta e rios pode não ser realizado a contento, mesmo após o fechamento das minas. Se fosse possível deixar uma condição semelhante ao passado, não necessitariam de nenhum recurso por parte da empresa. Contudo, hoje é difícil a prática da caça e da pesca, o que reduz os recursos naturais antes explorados, e agrava significativamente a saúde, tanto devido a poluição dos rios quanto ao consumo de alimentos industrializados.

As finitudes dos recursos naturais são percebidas pelos entrevistados (SO01) como uma questão central, visto que a empresa só explora e pensa no lucro, sem se preocupar com a sociedade. Eles afirmam que a empresa nunca comentou sobre essa questão, apresentando apenas os benefícios da mineração no curto prazo.

Sabemos da falta de interesse por parte da empresa em criar alternativas para os municípios pós mineração, buscando de todas as formas, apresentar o mínimo possível de informações para a sociedade. Há uma solução para esse problema, sobretudo para com a comunidade Xikrin. Os entrevistados (SO01) afirmam sobre a adição de uma condicionante para cessarem os repasses da compensação financeira no momento em que houver garantia da subsistência física e cultural. No entanto, há um receio, principalmente devido à falta de perspectivas, das populações indígenas que se transformam em pequenos agricultores ou pecuaristas. Para se evitar esse problema, percebem que a solução é o investimento em um fundo econômico, como títulos públicos, garantindo a subsistência da população, mantendo suas raízes no território e características culturais.

(SO01) pensando que a empresa não tem nada a oferecer no futuro estão buscando soluções para garantir o modo de vida das comunidades. Não há responsabilidade social da empresa nesse sentido, visto que apenas perguntam o que querem como plantar cacau, faz o manejo e depois “lavam suas mãos”. Eles (SO01) reforçaram a importância da Universidade para esses trabalhos, com diversos pesquisadores atuando no auxílio técnico dos povos indígenas, constituindo parcerias importantes, amplificando as vozes do povo, ou seja, do espaço banal e do *ordenamento simbólico*.

Pensando no pior cenário, como o rompimento da barragem, os entrevistados (SO01) afirmam que em nenhum momento a empresa apresentou estudos sobre essa questão. Tão pouco, fizeram algum tipo de treinamento com as populações indígenas. O que é feito é: alertas aos indígenas do seu modo de vida não afetar o trabalho dos funcionários, o que reforça a

importância de na hora caça, tomar cuidados para não atingir suas equipes. Isso evidencia a proibição do incomodo aos funcionários da empresa, mas, ao falar do possível rompimento, eles dizem: “é impossível de se romper na visão da Vale”.

Os entrevistados (SO01) consideram que a única política forte do empreendedor é o marketing, pois, ele cria uma falsa sensação da regularidade da situação. Todos estão desamparados pela empresa, e essa se apresenta pouco acessível para o debate. Como já se disse, a Vale protela ao máximo e reduz os custos das externalidades negativas que são causadas a sociedade e aos indivíduos, que devem aceitar a condição imposta, ou brigar na justiça, por ter bagagem financeira. A relação da empresa Vale com as pessoas atingidas é basicamente aceitar o imposto, pois se não for assim, o único caminho é a justiça e sabemos o poder da firma nesse sentido. As pessoas perdem tudo nesse caso, tornando muito complexo a comprovação de quem foi atingido.

Os entrevistados (SO01) compreendem que o Estado está sempre auxiliando a Vale S.A., por serem parceiros, desconsideram os interesses sociais das populações direta e indiretamente atingidas pelos seus modos operacionais. É de interesse dos políticos a exploração mineral, por todo aporte financeiro que provêm. Quando há uma decisão de paralisação de algum projeto, o próprio Estado cria alternativas para sua suspensão. Lembrem-se, os entrevistados de um caso do Projeto Salobo, em que um dos analistas do IBAMA apontou irregularidades e falhas, principalmente com relação ao lançamento de sedimentos, afirmando que o projeto não estava preparado para operação. Entretanto, o analista optou pela abstenção do parecer final, e em seguida, submeteu à decisão as instâncias superiores, que deferiram o pedido de funcionamento.

O plano de fechamento de mina também é uma incerteza para os entrevistados (SO01), desconhecendo se há ou não estudos nesse sentido. Pelos documentos, analisados por eles, não se recordam de nenhum planejamento com relação ao fim do ciclo de vida do projeto. Reforçam o descaso da empresa em cumprir as condicionantes, assim, os passivos ambientais serão alocados para a sociedade. No caso de os empreendedores abandonarem a mina, será o Estado obrigado a arcar, recaindo os custos para a sociedade, visto que não estão criando mecanismos que garantam recursos financeiros para esses casos. O Estado, principalmente o poder judiciário, confia muito no poder econômico da Vale S.A., ao ponto de falarem que nada irá acontecer em *devir*. A empresa é percebida como sólida e capaz de arcar com os passivos ambientais, apesar de desconhecerem esses valores, até mesmo os danos dos *serviços e funções ecossistêmicos*. Não há assim nenhuma política pública que leve em conta esses problemas. O

próprio descomissionamento é totalmente desconhecido, apesar da importância de se detalhar a forma com as comunidades indígenas.

Assim, os entrevistados (SO01) dizem que Vale S.A. não realizou o estudo dos componentes indígenas, e não criou mecanismos de diálogo, além disso, eles não explicaram absolutamente nada sobre o projeto. A depender da Vale S.A., e se não houvesse alternativas jurídicas para garantir o modo de vida das comunidades indígenas, os entrevistados (SO01) compreendem que seriam extintos.

A *desengenharia* que seria um componente importante para essas populações, nunca foi debatida, afinal, os entrevistados (SO01) percebem que seria possível construir aldeias baseados nesse conceito. Não é do conhecimento dos entrevistados o que será feito após a exploração mineral, apresentando um gravíssimo problema em *devir*. A mineradora é muito boa no discurso, com alto poder de convencimento, mas na prática, para aqueles que são atingidos, tudo se torna questionável devido ao descaso.

Por fim, os entrevistados (SO01) acrescentam que o Projeto Salobo não apresenta benefícios reais para Marabá, fora os recursos transferidos pelo CFEM. A criminalidade do município é altíssima, com uma geração supérflua de empregos para a população. Quando se fala dos povos indígenas, o que vem trazendo são doenças, modificando o modo de vida das comunidades. Não há limites para as ambições das empresas, e usam como estratégia o mínimo envolvimento e informação com a sociedade. Muitos são inclusive considerados inimigos, pessoas a se evitar, e no caso de criar problema para os interesses dos acionistas, são processadas, como o caso do prof. Evandro Medeiros da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). No final, os entrevistados (SO01) pensam que a empresa nunca teve interesse em trazer desenvolvimento e cidadania, ela cria apenas estratégias de marketing de massa, de modo a melhorar sua reputação para o público em geral.

O primeiro movimento social analisado foi o MAB, tendo o escopo na questão energética, com uma visão geral sobre a mineração. O entrevistado (SO02) explica que o MAB a partir do ano 2000 começa a estudar, formular e implementar estratégias com dois questionamentos centrais: “para que, e para quem, são realizados os empreendimentos”. As usinas hidrelétricas sempre tiveram essa dualidade de funções, uma de abastecer um consumo de uma população que vinha do campo para a cidade e atender os interesses das grandes mineradoras, sendo usina de Tucuruí um exemplo clássico, atendendo o Grande Projeto Carajás. Enquanto o povo brasileiro paga as maiores tarifas de energia, principalmente no Estado do Pará, as grandes mineradoras têm a mesma energia de forma subsidiada. Percebem

um vínculo muito próximo das mineradoras, usando as estruturas do Estado (ou privatizadas por eles), para garantir a energia elétrica para suas operações. Na década de 1990 as mineradoras passam também a ser proprietárias de usinas, criando diversos conflitos no território.

Hoje, o MAB tem como principal luta uma Política Nacional dos Direitos dos Atingidos, pois em toda história de construção de barragens há violações dos direitos de famílias, visto que mais de 70% das populações não recebem o que é de direito. Destacou (SO02) que no Conselho de Defesa dos Direitos da Pessoa Humana (CDDPH), houve uma comissão especial dos atingidos por barragens, corroborando com a estatística apresentada das violações de direito. Elenca que a legislação hoje é construída pelas empresas, ao invés de uma política pública que lide com o tema, não havendo nenhum tratamento para o conceito de atingidos. O lobby no setor é intenso para a não aprovação de uma política pública de direitos para os atingidos, utilizando de argumentos como aumento do preço das tarifas de energia. Dessa forma, implementar uma política significaria um custo maior na construção e operação das barragens, reduzindo a capacidade de investimento.

Ao entrarmos nos modelos, o entrevistado (SO02) considera que não dá para negar a necessidade de energia elétrica, visto como indispensável para o desenvolvimento. Da mesma forma não dá para negar a necessidade da mineração, visto que tudo a nosso redor advém dela. A discussão hoje compreende para quem está servindo os recursos naturais, incluindo os problemas estruturantes, com uma lógica equivocada. A mineração e produção de energia necessitam ser pensados por outro formato, pois o atual formato, mais prejudica do que se apresenta como uma dádiva aos territórios. Assim, ressaltou, a partir do crime da Samarco S.A. houve uma aproximação maior do MAB com a questão mineral, apresentando uma reflexão em que a vida humana é mais longa que o ciclo de vida dos projetos minerais. Considera assim que a compensação financeira (CFEM) é um valor muito baixo, não compensando em termos intergeracionais, tendo um agravante referente a Lei Kandir.

O entrevistado (SO03) percebe que não há uma transparência com relação ao CFEM, criando processos pouco democráticos. A Lei Kandir é percebida como uma “sacanagem”, permitindo as mineradoras uma exploração predatória das riquezas do território. Há uma necessidade de participação popular do CFEM, por ser uma riqueza da sociedade não há nenhum tipo de controle, necessitando de uma *distribuição justa*. Portanto, a distribuição não é justa, havendo também um processo de desinformação generalizada e falta de transparência. Para ele, o modelo atual é injusto desde sua concepção, visto que não há um debate com as comunidades. Em suas gênesis é injusta, por apresentar propostas de cima para baixo, com

decisões já tomadas. Distribuição da riqueza, de forma justa e com controle popular é uma das bandeiras do MAB.

Outra pauta do MAB é o trabalho para uma Política de Segurança para com os Atingidos, não focando nas Políticas de Segurança das Barragens. Esse é um debate recente, não sendo realizado pelas empresas e tem pouco interesse por parte do poder legislativo. O entrevistado (SO02) percebe que as mineradoras não têm interesse em debater com os movimentos sociais, reforçando a importância do debate da escala, distribuição e alocação. Ao se tratar da escala, em sua avaliação, não há um nível de segurança, isso por levar em consideração a demanda internacional, aumentando o grau de exploração e consequentemente, elevando os riscos operacionais. Lembra que o formato utilizado para as barragens de rejeitos em muitos casos foram as que apresentavam os menores custos operacionais, desconsiderando os riscos. Além desse problema, os setores de fiscalização e regulação tem equipes enxutas, com uma alta demanda de serviço, se tornando incapazes de realizar um bom trabalho técnico, dada aos limitadores humanos. Para SO02, “há uma política clara de não fiscalizar os empreendimentos por parte do Estado brasileiro”, visto que a grande maioria dos Estados desconhecem suas próprias barragens.

O entrevistado (SO03) reforçou a política proposta pelo MAB, visto que “todos nós somos atingidos”, não havendo atingidos diretos e indiretos. Para ele, isso é um conceito amplo e existe a necessidade de uma política de reconhecimento dos atingidos, o que compreenderia as demais formas de empreendimentos. Os diálogos avançavam a passos lentos, entretanto, com o cenário de retrocesso em diversas esferas da sociedade no atual contexto político, acredita-se que tudo tende a parar, isso irá piorar ainda mais a vida das populações.

O ciclo de vida e a finitude dos empreendimentos minerais é observado pelo entrevistado (SO02) lembrando de Serra Pelada e Icomi, restando apenas a miséria ao lado. (SO02) destacou a importância do debate entre o setor mineral e os demais agentes para se pensar no final do projeto, garantindo para aqueles que permanecerem no território oportunidades de trabalho e bem-estar social. Recorda do projeto Belo Monte, que após o projeto criou uma massa de miseráveis tornando Altamira/PA uma das cidades mais violentas do Brasil, com um legado muito negativo e correndo o risco de se tornar um elefante branco. Há uma necessidade de se pensar para além da mineração, algo que não se observa na prática.

Nessa sequência, (SO02) considera a comunicação das empresas para com a sociedade muito falho e quando se fala em movimentos sociais, é nulo. Os diálogos só ocorrem com ação judicial, evidenciando que todos os discursos apresentados pelas mineradoras, como o plano de

comunicação, são apenas retóricas vazias. O acesso ao MAB é mais fácil nas assembleias de investidores da Inglaterra do que no Brasil. Há, portanto, “uma decisão de não conversar com os movimentos sociais” e quando conversam, enrolam (SO02).

A estratégia empresarial consiste cooptar líderes de associações locais para falar em nome dos atingidos, para dar a conotação de diálogo, apesar do não diálogo. Utilizam como estratégia empresarial a comunicação em massa, havendo um descaso para com os atingidos, dependendo da justiça para defender os interesses das pessoas. Reforçou o crime da Samarco S.A., pois após 5 anos não construíram uma única casa para um dos atingidos. Logo, há uma campanha da MAB para construção de uma casa (iniciativa popular), de modo a demonstrar que mesmo sem capital e corpo técnico da mineradora, tudo é possível com boa vontade. Assim, indaga, “as empresas constroem uma hidrelétrica em 5 anos, porque não uma casa?”.

Nessa linha o entrevistado (SO03) lembra de alguns pontos como a flexibilização das leis trabalhistas, previdenciárias e ambientais, com um processo de licenciamento e fiscalização ortodoxa, tornando o Estado ainda mais omissos aos compromissos com a sociedade. Logo, o ciclo de vida e a finitude dos empreendimentos minerais serão pautas a não serem debatidas, pois não há interesse nessa discussão, afinal, já existem grupos ganhando com esse modelo. Compreende que a região norte é a “última região de base vantajosa do Brasil”, possuindo minério, energia, água, terras, entre outras (SO03).

A participação popular, com o povo como gestor e fiscalizador é o único caminho para que as futuras gerações não herdem passivos ambientais e sociais, devido a ganância da atual geração. Há, portanto, (SO03) afirma da necessidade de freios, para que a *escala, distribuição e alocação* sejam rediscutidas com o povo que pertencem aos territórios. O fundo soberano é uma alternativa, utilizando como exemplo a Noruega como um modelo a ser estudado e aprimorado. Há diversos municípios que possuem arrecadações advindas da mineração e energia de forma expressiva, mas com baixos índices de desenvolvimento humano e altos níveis de desigualdade, um contrassenso visto a riqueza do território.

No caso do rompimento da barragem do Projeto Salobo o entrevistado (SO02) reforça que a primeira preocupação é a vida das pessoas. Antes do rompimento deve haver uma educação para como agir, utilizando avisos que funcionem, para se evitar o salvem-se quem puder. O MAB tem como pressuposto fundamental a solidariedade para com os atingidos das comunidades impactadas, com deslocamento voluntário de pessoas oferecendo socorro as necessidades básicas. Os norteadores jurídicos utilizados pelo MAB são relacionados a ações civis públicas, com denúncias pós-rompimento para a sociedade e instituições internacionais,

como a ONU. Reforçou a importância dos setores do judiciário que se sensibilize com a causa, pois sem isso, nada será feito, ajudando as empresas e não os atingidos.

Para (SO02), a empresa não é apenas a estrutura física, apresentando um ideológico na região, capaz de influenciar a opinião pública. Em Mariana/MG foi percebido esse movimento, pois ao se questionar as condutas da empresa, a própria sociedade fica contra o movimento social, visto que a maior parte das pessoas que possuem renda está ligada a mineração, isso cria um laço de pertencimento do indivíduo com a empresa. Mesmo aqueles que não tem renda, diretamente da mineração, desejam ter, ou sua renda é alinhada e dependente das rendas minerais. Para muitos o fator determinante é conseguir renda, retornar ao emprego, desconsiderando os impactos sociais e ambientais do evento. Nesse sentido, a correlação de força vem de forma desproporcional muito antes do rompimento, tornando injusta a luta antes mesmo do rompimento.

O entrevistado (SO03) lembra que no caso do rompimento, o evento ocorrerá em uma região isolada e vigiada, em que as populações a jusante contarão com a própria sorte de se ter ao menos sirenes de aviso. Desconhece os planos de risco e contingência realizados pela empresa, por nunca terem aberto e dialogado com eles. Compreende que seria um impacto elevadíssimo que vai do rio Itacaiúnas ao Tocantins, destruindo toda uma cadeia ecológica, inclusive a Hidrelétrica de Tucuruí, afetando diversas cidades, atingindo Belém/PA e chegando ao mar. Lembra-se do caso da barragem de Casa de Pedra, da empresa CSN, situada no município de Congonhas/MG, que em caso de rompimento, em questões de segundos leva a vida de pelo menos 5.000 pessoas. No caso da barragem do Projeto Salobo, ao que tudo indica, o impacto seria a primeiro momento mais ambiental, como foi com a Samarco S.A., porém, com maiores danos, para posteriormente elevar os impactos sociais e econômicos.

Destarte, o entrevistado (SO03) considera que o maior perigo hoje com barragens são as de projetos da mineração. Dentro da sociedade capitalista acredita não ser possível criar uma mineração sustentável, pois é o lucro que molda as ações humanas. Ao utilizar o argumento da mais valia, compreende que a cada barragem não fiscalizada, os direitos retirados dos trabalhadores, a flexibilização das leis ambientais, os direitos negados aos atingidos, até a eficiência tecnológica, tudo, resulta em aumento de lucro para as firmas, tornando impossível um modelo sustentável dentro desse cenário.

(SO03) reforçou que a empresa vem piorando a vida das pessoas das periferias, melhorando apenas as condições de alguns grupos, criando uma lógica perversa de isolamento e descaso, com famílias inteiras desassistidas. Aponta o caso do município de Altamira/PA, que

havia uma promessa de desenvolvimento na região, devido a barragem de Belo Monte, mas que resultou em uma cidade absurdamente violenta, com altos níveis de miséria, criando os maiores índices de vulnerabilidade social do país. Compreende assim que as empresas estão criando e recriando situações de barbárie, com apoio do Estado dentro de um processo de militarização, tornando insustentável a condição humana no curto e longo prazo (*devir*).

O plano de fechamento de mina e descomissionamento de barragens o entrevistado (SO02) afirma não ter afinidade com os temas. O descomissionamento foi um conceito apresentado após Brumadinho/MG, em que assistindo diversas animações organizadas pela empresa, foi criada uma sensação de um processo livre de riscos. Considera de suma importância uma política clara de exploração e fechamento de mina, buscando evitar que os passivos ambientais recaiam para a sociedade, necessitando de uma legislação séria e punitiva. No caso da empresa não mais existir, abandonando a mina, acredita ser importante um recurso por parte das empresas, durante seu processo operacional, um fundo que garanta a execução da *desengenharia* do empreendimento. O custo pós operação, deve-se, portanto, ser alocados no início da operação, para que a sociedade não arque com os prejuízos. Assim, reforçou (SO02), “a técnica não é um problema para o ser humano, o que falta é vontade política e recurso”.

O entrevistado (SO03) acredita que se a empresa tiver uma real responsabilidade social e ambiental, com um Estado regulador e fiscalizador eficaz, há sim, possibilidades de as futuras gerações obterem condições dignas. No entanto, isso não ocorre, pois dentro da lógica capitalista, os discursos serão mais fortes do que os atos. O descomissionamento é percebido pelo entrevistado como uma estratégia de marketing verde falso (*greenwashing*). No momento do rompimento da barragem da Vale as ações caíram, mas também após apresentarem essa “solução” para as outras barragens, houve uma elevação dos ativos. Portanto, além desse ponto, compreendemos como uma forma da empresa “ganhar duas vezes”, por ser uma nova mina, com riscos desconhecidos.

Finalizando com o MAM, o entrevistado (SO04) faz uma análise conjuntural da questão mineral na Amazônia até a constituição do MAM. Ele considera contraditório os debates iniciarem na Amazônia, e não na região que mais se minerou no Brasil (Minas Gerais). Na época da ditadura há uma expansão dos megaprojetos, culminando no “milagre econômico”, cuja estratégia de investimento contou com indústrias altamente poluentes. O Projeto Grande Carajás, que vem dessa época, é composto por uma hidrelétrica, uma extensão de linha férrea de aproximadamente 860 km, um porto, minas dentro da floresta nacional e três polos

siderúrgicos, com um grande desperdício de natureza, para se produzir as commodities minerais para exportação.

(SO04) compreende que o Grande Projeto Carajás se articulava institucionalmente com os centros do poder, buscando aliados pertinentes ao projeto, como a oligarquia dos Castanhais, associando de livre arbítrio ao projeto. Além dessas articulações, o projeto se associa à pecuária, deixando de fora os miseráveis (colonos, posseiros, campesinos e camponeses sem terra). Esses miseráveis se constituem como força política, por meio dos seus métodos de ocupação de terra, autônomas da mineração, latifúndios e do Estado. Essa base que torna os camponeses a principal força política de enfrentamento pecuário mineral, dentro do processo “da floresta ao aço”, resultando no massacre de Eldorado dos Carajás.

Afirma (SO04) que mineração no Brasil sempre foi Estado, e o Estado resulta na militarização, pois nada explicaria três grandes quartéis circundando o Grande Projeto Carajás, buscando assim a manutenção pela força da exploração sistemática das riquezas naturais. A ordenação da mineração país a fora era endêmica, com uma articulação entre o Estado, militarização e subordinação das elites, à custa de desperdício de natureza, criando enclaves econômicos, visto que ela “mata, suborna e aniquila as outras formas econômicas para estabelecer o que chamaríamos de produção de alta escala, e, portanto, a minério dependência” (SO04).

(SO04) destacou o momento de maior conflito, período do boom mineral, em que os campesinos começaram a perder suas terras, por não fazerem a luta pelo território. Dentro dessa conjuntura é realizado a primeira reunião em 2012, decidindo realizar uma articulação buscando a nacionalização do conflito Carajás e uma grande articulação política e pedagógica estimulando outro modelo de mineração (MAM). Reforçou que nesse modelo de “natureza, objeto e consumo” tudo está fora de controle, principalmente o último tópico, gerando pressões cada vez mais intensas a natureza (espaço do consumo).

Para o entrevistado (SO05) o desafio do MAM tem sido uma articulação de expansão e nacionalização do movimento, não havendo uma base sólida em todos os Estados. Ao pensar no território, destacou a inviabilidade de se chegar a alguns locais, necessitando a formação de novos quadros, dando corpo ao movimento para se chegar nas bases. A estratégia atual consiste em fomentar o debate, com produção de conhecimento, produzindo vários livros sobre a questão mineral, tendo uma editora própria como estratégia (IGuana). O debate mineral é muito incipiente, carecendo de maior reflexão, principalmente após os dois crimes corporativos ocorridos em Minas Gerais.

Uma das pautas do MAM refere-se ao atual modelo mineral, deixando claro que a luta não é contra a mineração em si, e sim ao modelo imposto, carecendo de novos norteadores de regulação e controle, aceitando que nunca será sustentável. O entrevistado (SO05) compreende que o modelo econômico está em crise, defasado, explorando mais e mais os recursos naturais e a mão de obra. Se questiona sobre os grandes projetos na Amazônia, com duas perguntas básicas feitas a muito tempo pelo MAB, “para que? E para quem?”. O modelo de desenvolvimento, nos moldes econômicos atuais, cuja força motriz é a uma economia primária, não são reais, “exportando minério para importar parafuso” (SO05).

(SO05) lembra que a Vale S.A. tem prioridade sobre o subsolo, tornando outras formas de mineração muito mais complexas, visto o monopólio constituído em um recurso da União. A distribuição não é percebida com justiça, no qual o CFEM é compreendido como “migalhas” para os territórios. O CFEM é uma caixa preta nos municípios, não tornando transparente a sua destinação, com características não democráticas.

O entrevistado (SO04) acrescenta que a CFEM reproduz elites predatórias, sendo necessário popularizar o destino dessa compensação financeira. Compreende ser uma total armadilha, por ser a única renda da mineração para o município. Os grupos políticos dos municípios almejam esses recursos, por não haver um lastro, não tem um controle político e popular. Pensa o CFEM sob um valor de 10% da renda bruta, pois 3,5% é muito pouco pelo estrago que fica. Com essa alíquota é possível criar uma aliança com a sociedade para os temas: saúde, educação, moradia social e verticalização da economia, conteúdos que assombram as elites locais. O MAM está organizando uma campanha para a Democratização pelo uso do CFEM nos municípios minerários, visto que hoje o uso serve para perpetuar político e economicamente uma elite local, independente do grupo que chega ao poder, em detrimento da pobreza absoluta dos excluídos, sendo necessário o desmonte desse modelo. Tonifica que essa luta não deve ser confundida com uma ideologia por mais mineração, e sim, em uma proposta de uma *distribuição justa* dentro dos territórios que a mineração já venceu.

Para o entrevistado (SO05) a mineração é muito invasiva, com alta complexidade para criação de modelos sustentáveis, entretanto, pouco se avança nesse sentido, por considerar o setor altamente conservador. O fim da Lei Kandir é uma pauta antiga, por possibilitar “o saque dos nossos minérios e outras commodities”, trazendo uma falsa sensação de desenvolvimento. O grande debate parte do modo como está sendo constituído a mineração e quem ganha efetivamente com a exploração.

O modelo mineral é abordado pelo entrevistado (SO04) considerando que no Brasil ele é estatal, pois é o Estado, mediante as suas instituições, organizando sua reprodução espacial, dentro da percepção capitalista de desenvolvimento e progresso. Por esse ângulo, há um sequestro dessa concepção para uma fração de classe, ou até mesmo uma única classe. Entre o desperdício de natureza ou lucro de uma fração de uma classe, a opção sempre recairá ao ambiente natural, desconsiderando a capacidade de suporte dos ecossistemas em favor daqueles que tem os meios de produção e capital. O Brasil no contexto mundial, dentro de uma rede global extrativa, tem como função apenas atender as demandas relacionadas às matérias primas.

Para (SO04), “o capitalista brasileiro para ter lucro, precisa flexibilizar de maneira permanente as leis ambientais e diminuir a massa salarial desses trabalhadores”, não sendo possível pensar em mineração sem analisar o mundo do trabalho (*espaço da produção*). A superexploração da força de trabalho e uso intensivo dos recursos naturais constituem as redes ideológicas, presente em toda a história do Brasil, intensificando a partir dos anos de 1970, conforme pode ser observado pela teoria da dependência. Dentro dessa teoria há uma inserção subordinada do Brasil para o mundo, aceitando trocas economicamente e ecologicamente desiguais, apresentando uma dialética de dependência, dentro de um “capitalismo de catástrofes”, que a nosso ver, podemos compreender como a *sociedade de risco*.

Elucidando historicamente o momento atual, o entrevistado (SO04) apresenta três acontecimentos, iniciados após o milagre econômico, estabelecendo a nova república, permanecendo a hiperinflação. A solução para muitos países naquela época, mundo a fora, foi adotar medidas do liberalismo, diminuindo o Estado, crescendo e modernizando as relações de poder e produção. O primeiro acontecimento foi plano econômico do real, visto que o FMI emprestou dinheiro ao Brasil desde que flexibilizasse as leis ambientais, construindo segurança jurídica para o capital, mantendo o equilíbrio da balança comercial (*espaço da circulação*). A mineração nesse sentido apenas auxilia a manter o equilíbrio da balança comercial, criando um efeito terrível, que se reflete na falta de possibilidades de se sobretaxar a mineração (*espaço da distribuição*). O segundo acontecimento consiste no Estado organizar os lucros extraordinários da mineração, justificando esse processo com a criação da Lei Kandir, em 1996, virando um vale tudo contra a natureza. O terceiro acontecimento refere-se as privatizações, em especial a Vale do Rio Doce (CVRD), observado que antes disso a mineração era Estado.

(SO04) acrescenta que a privatização, é questionada em diversos seguimentos, dos nacionalistas, aos progressistas, aos democratas, derivando a Lei Kandir, baixo CFEM, crise

fiscal nos estados e municípios, isenção de impostos, sonegação de impostos e evasão de divisas.

Para (SO04) o problema mineral brasileiro é mais bem compreendido após a China desaquecer a economia, quebrando o pacto do “desenvolvimento a convite” realizado pelos EUA, colapsando o sistema sul e sudeste e batendo todos os recordes no sistema norte. Complementa sua visão considerando o Estado como o grande desorganizador do modelo mineral, em função da empresa, sendo que a empresa colonizou as funções estatais para garantir o seu lucro. Uma das atuais lutas do MAM é a busca por territórios livres de mineração, procurando controlar o território. Essa luta consiste na tentativa de a sociedade dizer para o Estado e firmas que a mineração pode continuar, mas não pode ser em todos os lugares, visto a inação do Estado com relação aos problemas de alocação. Por fim, mediante uma abordagem crítica, questionou “como é possível criar uma mineração alternativa, mas também, alternativas aos modelos minerais” disse (SO04).

Ao ser indagado sobre os planos de emergência e contingência, no caso de ruptura da barragem, o entrevistado (SO05) informa que nunca foram apresentados esses estudos ao MAM, sem debater com a comunidade. Os debates com as comunidades geralmente se resumem as belezas do projeto, como criação de emprego e renda no município, sem apontarem os riscos do empreendimento. As audiências públicas são percebidas como um mero processo burocrático realizado em horários e locais que impossibilitam a população de participar. Os discursos geralmente são em termos técnicos, tornando ainda mais distante a compreensão das pessoas comuns, representantes do espaço banal.

(SO05) exemplifica informando que quando os diretamente afetados são da zona urbana, são realizadas audiências no período da manhã, horários em que a maioria da população está trabalhando. No caso dos diretamente afetados serem da zona rural, fazem audiências no período da noite, impossibilitando a participação desses indivíduos. Acredita que se houvesse um desejo real por um processo realmente democrático, seriam realizadas pequenas audiências nas comunidades, com a maior participação popular possível. Além dessa problemática, acredita que a Vale S.A. realiza um monitoramento do território, considerando um crime o que ocorre em Parauapebas, “cidade mais vigiada do país”, possuindo câmeras em todas as partes, não vinculadas ao Estado e sim a Vale S.A. Possuem um amplo monitoramento e controle do espaço, do território, mas o controle local dentro de suas operações, como o exemplo das barragens estão sendo relapsos e permissivos. Observam os movimentos da sociedade, todavia, a sociedade não consegue visualizar os movimentos da firma.

O programa de licenciamento ambiental é percebido pelo entrevistado (SO05) como um mecanismo importante em termos técnicos, entretanto, politicamente os projetos antes mesmos de serem analisados, já se sabe o resultado. As empresas ao prospectarem um projeto, já o fazem com apoio político, de todos os níveis, buscando garantir a viabilidade do negócio. Mesmo se o órgão ambiental (licenciador) demonstrar que tecnicamente o projeto é inviável, eles serão pressionados a autorizar. As prefeituras, os Estados e a União possuem o desejo, a firma a capacidade de investimento, e a sociedade que arque com os passivos ambientais e de sofrimento social. Considera uma conquista que os municípios indiretamente afetados recebam uma compensação financeira pelos danos do corredor de ferro, democratizando um pouco a riqueza. Reforçou a necessidade de maior participação social nos EIA/RIMAS, visto que as audiências públicas são feitas de maneira a não ter participação popular.

Nessa linha, o entrevistado (SO04) reforçou a busca de melhorar a imagem da empresa, investindo milhões para que as comunidades possam confiar em seus processos. Logo, por saberem que estão fazendo o errado, e ter receio da opinião popular, criam mecanismos para não depreciar sua reputação, atingindo o imaginário dos indivíduos (risco de *compliance* e desengajamento moral). Apesar desse mecanismo, observa a falta de oportunidade para as funções mais técnicas e gerenciais dos moradores locais, contratando engenheiros e gestores de outros municípios e até Estado.

Nesse sentido, (SO04) compreende ser a maior técnica da Vale atingir imaginário popular, pois enquanto os indivíduos possuem esperança de trabalhar na empresa, optarão por não criticar suas condutas. Lembra do trem de passageiros da Vale, partindo de Marabá/PA com destino em São Luís do Maranhão/MA, empreendimento realizado por uma determinação judicial, visto que a Vale S.A. não tem interesse nessas atividades. Considera um absurdo o trem de passageiros parar para que o trem de minério se desloque, demonstrando a prioridade da empresa, visto que o minério não pode atrasar, mas as pessoas podem.

Um argumento comum no MAM é que a mineração é *um fim em si mesmo*, por ser uma definição estatal, dependendo dos empreendimentos para garantir sua balança comercial, ao final, os projetos serão implementados, mesmo com rachaduras no tecido social e com grandes desperdícios de ambiente natural. O entrevistado (SO04) demonstra que a única forma de contestação do modelo é pela mobilização social, isso, por não “haver alternativas na lei dentro do Estado”. Por mais que se criem obstáculos, esses sempre serão vencidos.

SO04 lembra que o atual presidente, Jair Messias Bolsonaro (sem partido), afirmou “possuir um coração de garimpeiro”, enviando uma mensagem para as populações

empobrecidas da possibilidade de novas Serras Peladas, ampliando, aumentando e pressionando os trabalhos dos órgãos licenciadores e fiscalizadores. Observa que o governo não tem uma política minerária, pois essa está sob o poder das mineradoras, no entanto, os seus desejos se associam a uma exploração predatória (mineração em terras indígenas e áreas de preservação permanente).

Para (SO04), a mineração no Brasil não gera desenvolvimento e sim, subdesenvolvimento, porque a mineração apresenta um conjunto tecnológico sem diversidade, técnico/científico, não transferindo conhecimento para a sociedade. Outro fator é ser intensiva em capital, apresentando poucos empregos gerados em sua cadeia produtiva, modificando os custos locais devido à especulação. Quem mora em um município com base da mineração, mesmo não atuando no ramo, irá ter um custo de vida relativo aos salários dos funcionários das mineradoras. Esse fenômeno ocorre devido às especulações dos agentes locais, considerando que todos irão ter uma renda mais elevada, criando situações de pobreza. Frisa um estudo da Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA) que para cada R\$1,00 investido na mineração, retorna para a sociedade entre R\$0,07 a R\$0,09. Na pequena e média propriedade para cada R\$1,00 investido retorna para sociedade entre R\$0,49 a R\$0,64, trabalho não identificado pelo pesquisador.

Ao pensarmos no pior cenário, o rompimento da barragem do Projeto Salobo, o entrevistado (SO04) reforçou que a Vale S.A. tem um poder econômico capaz de colonizar o poder político em termos, locais, territoriais e espaciais. Por essa peculiaridade, a empresa detém a capacidade de decidir sozinha o destino dos territórios, sem uma prévia comunicação com a população. Após os crimes corporativos, a Vale S.A. tornou sua política mais “aberta”, visto a pressão da sociedade. Hoje, observa-se que estão abrindo as portas à sociedade (escolas, associações de bairro, associações comerciais, entre outros), mas desconsiderando outras frentes, como os movimentos sociais e pesquisadores. A barragem de Salobo, pela perspectiva do entrevistado, apresenta uma escala de dano superior aos crimes de Minas Gerais, atingindo a bacia do Guajará.

(SO04) recorda o primeiro nome da MAM (Movimento dos Atingidos por Mineração), sendo feito uma reflexão no qual para se construir uma alternativa ao modelo mineral não pode ser feito apenas por aqueles que são atingidos diretamente. Nesse sentido, muda-se o nome para Movimento pela Soberania Popular na Mineração. Buscou ampliar o escopo de atuação, criando “um sujeito político em aberto”, visto que os atingidos estão no conflito territorial, no mundo

do trabalho, no circuito da mineração e no *espaço do consumo*, ou seja, a sociedade na totalidade, de maneira espacial e temporal.

Se uma barragem dessa se romper, reforça (SO04), mesmo aqueles que estão a centenas de quilômetros da mineração serão atingidos (direta ou indiretamente), ampliando o escopo da MAM. Pressupõem que do ponto de vista estatal não houve grandes lições aprendidas com os crimes corporativos de Minas Gerais, visto que pouco modificou em termos da legislação. Exemplifica com o caso da Samarco S.A., em que o Estado permitiu seu retorno sem que tenha ocorrido uma reparação. Não há uma casa construída para os atingidos pela Samarco S.A. e o Estado autoriza o seu funcionamento, algo surreal para um país minimamente sério. Os mecanismos utilizados pela Fundação Renova criaram articulações que também não permitiu os movimentos sociais aprenderem com o caso.

Por fim, lembra (SO04), o próprio setor não aprendeu com o crime, criando outro cenário de devastação em 2019. Em resumo, a empresa e o Estado bloquearam a sociedade na busca de alternativas de aprendizado, apesar de reconhecer que se não fosse a atuação estatal, “ficava do jeito que estava”, pois, a intencionalidade da empresa era para seguir nesse sentido. Logo, torna-se difícil uma organização estratégica antecipada considerando o rompimento da barragem do Projeto Salobo, por desconhecerem a realidade e condições do projeto.

Dando continuidade, o entrevistado (SO05) destacou as estratégias de dissimulação empresarial, utilizando adjetivos errados, criando um desengajamento moral. Ao afirmarem que foi um acidente, retiram de si a responsabilidade, alocando para elementos ocultos, imaginários. Todos sabiam dos impactos, estavam cientes dos riscos, e aceitaram passivamente, buscando o lucro a todo custo. Não possuem uma resposta no que fazer em caso de rompimento da barragem de Salobo, acreditando que a primeira medida seria montar uma brigada para auxiliar os atingidos, em termos emergenciais. Há no MAM diversos especialistas técnicos, engenheiros, biólogos, economistas, sociólogos, agrônomos, entre outros, visando auxiliar e amplificar as vozes daqueles que não possuem voz, nem vez, por serem engolidos pelo poder do capital. Isso posto, o MAM dialoga de maneira técnica e política tudo que envolve a mineração.

Ao levantarmos pontos sobre o plano de fechamento de mina o entrevistado (SO05) acredita que entre o escrito, dito e a prática há um descompasso geral. Para ele, tudo da Vale S.A. é uma caixa preta, visto a complexidade de se chegar e entrar na mina. Quando conseguem, só será mostrado aquilo o que a empresa deseja, não tendo acesso a outros setores. Interpreta que o plano de fechamento de mina não é cobrado nos EIA/RIMAs por uma questão técnica e política, visto que a mineração não consegue fazer a regeneração a contento. Lembra, uma das

teorias ambientais aborda a possibilidade da não poluição e “se poluir, resolva; se não tiver como resolver, mitigue; se não tiver como resolver, compense” (SO05).

A mineração, portanto, compensa seus impactos, permitindo a destruição de áreas delimitadas. (SO05) considera complicado a falta de perspectiva temporal dos projetos minerais, por falta de soluções para os passivos ambientais. A sociedade está em uma roleta russa, como ficou evidenciado com os últimos rompimentos. Esse problema é ainda mais grave ao considerar que as empresas podem falir, aumentando substancialmente as probabilidades negativas da roleta russa. Reforçou que recairá para o Estado os passivos ambientais, não tendo equipes e preparo para gerir algo tão complexo e perigoso.

O entrevistado (SO04) acredita que entre os ideólogos da mineração, como o IBRAM, constituindo de uma equipe técnico e científico que formulam políticas sobre a mineração, apresentam compromissos ideológicos com as empresas, mantendo a dinâmica da mineração “levar tudo sem investir nada”, explícito no Código Mineral. Basicamente, reforça (SO04) tudo que apresentava maior relevância para a sociedade não foi votado no Código Mineral, aprovando apenas o aumento da CFEM e a criação da ANM.

Para (SO01), essas formulações são vazias (plano de fechamento de mina), e não tem para o capital nenhum sentido, por buscar constantemente o lucro extraordinário. Destacou também que há vários exemplos de minas abandonadas, como a ICOMI, na Serra do Navio. Ao redor da mina construiu uma cidade moderna, durando até o projeto finalizar. De lá para cá, há apenas empobrecimento da população. Logo, o melhor que se havia acumulado de aprendizado, institucionalização de freios, não foram votados no Código Mineral. Questiona o porquê esses pontos foram ignorados, visto que em cinco anos a sociedade aprendeu o que não absorveu em trezentos sobre o modelo de mineração no Brasil. O próprio conceito de descomissionamento está no imaginário da sociedade, não compreendendo os riscos do processo. Como as empresas atuam para melhorar a economia em termos macroeconômicos, percebe que será a sociedade a arcar com os passivos ambientais e problemas microeconômicos, dada a inação do Estado.

Por fim, o entrevistado (SO04) lembra do Plano Mineração Pará 2030, saindo de aproximadamente 20 municípios minerados para mais de 80, criando um deslocamento espacial de conflitos no Amazonas. Reforçou que “se não podem conter o monstro, tem que conter pelo menos a fome do mostro”, por meio de um processo de mobilização social (SO04). Ele, destaca ainda que na região Amazônica, há “muita floresta sem gente e muita gente sem floresta”, agravando os conflitos. Um dos desafios do MAM consiste em um pensamento crítico, por um

processo de negação, superação ou mesmo a manutenção do modelo de mineração, por outra perspectiva.

O entrevistado (SO05) reforçou a importância dos rios amazônicos, como o Tocantins e Araguaia, principais afetados em caso de rompimento da barragem de Salobo. No seu ponto de vista, são rios que jamais poderiam correr riscos, dada a sua importância para a região, tornando inviável o próprio modo de vida do território.

6. CONCLUSÕES

Na modernidade reflexiva¹⁰¹, a humanidade apresenta diferentes contradições, assim, o afastamento gradual entre os indivíduos é um dos resultados. Sabemos haver mudanças absolutas ou substanciais nesse processo - o *devir*. O *devir* é capaz de modificar a própria natureza, ele cria um mundo artificial e distante da naturalidade, com esse processo, ocorre a transformação do espaço¹⁰².

Desse modo, percebemos que nas últimas décadas ocorre uma alteração do *vir-a-ser*, isso, dentro de um sistema de produção e reprodução da vida humana, calcada sobretudo, no modelo capitalista. Essa armadilha social¹⁰³ cuja pauta são as riquezas materiais por meio do *consumo conspícuo*¹⁰⁴ imediato. Esse consumo representa o momento de reflexão e ponderação do *devir social*. Assim, compreendemos que não é possível visualizar a totalidade espacial, mas ao menos podemos pensar em sua concomitância, principalmente quando relacionada aos nossos impactos no planeta, cuja reflexão consiste no *virão-a-ser*.

A crítica aos modelos econômicos hegemônicos, ou seja, neoclássicos, foi a estrutura a qual nos valem para a tentativa de construir um instrumento capaz de compreender os movimentos da sociedade por meio de duas lentes temporais, o curto prazo e o *devir*, norteador da visão ética, que deriva das ações humanas. Também, é importante salientar que, ao falarmos de uma construção, essa se dá no sentido absoluto da palavra, pois apresentamos ramificações teóricas de um tronco histórico comum, e não a sua derrubada. Essas ramificações são as bases da teoria maior apresentada ao longo do trabalho, concentrada nas ideias da geografia humana e economia ecológica, além de outras, constituindo um exercício essencialmente interdisciplinar.

¹⁰¹ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 281.

¹⁰² Ver no capítulo 1.5 – O devir como método, p. 37.

¹⁰³ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 290.

¹⁰⁴ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 188.

No curto prazo ao *devir* consideramos uma pergunta muito importante, vejamos: o que acontece quando nada acontece? O caos se apresenta em todos os sentidos e configurações de respostas alternativas ao questionamento quando pensamos na sociedade humana. O caos nos tempos biológicos é a reordenação dos sistemas complexos e dinâmicos, criando eventos não determinísticos, reservados e revelados aos que virão, em um processo evolucionário. Entretanto, nos tempos históricos não há espaço para o caos, pois a espécie humana lutará por sua sobrevivência, distorcendo o espaço, se apropriando da natureza, modificando tudo ao seu favor, em uma espiral que inevitavelmente antecipará o caos a depender das nossas ações.

O ponto-chave é o quão rápido a sociedade humana irá se entregar ao caos, já que estamos imersos ao antropoceno¹⁰⁵, e o que podemos fazer para torná-lo o mais distante possível, melhorando as condições das presentes e futuras gerações. Independente das alternativas criadas pelos seres humanos, elas são indissociáveis a natureza, nos instigando a desvendar os seus mistérios como uma alternativa proativa¹⁰⁶.

Os modelos econômicos convencionais estão em outra dimensão, outra realidade, desconsiderando por completo os eventos biológicos e físicos que estão presentes no ambiente natural. Apresentam uma arquitetura social¹⁰⁷ cheia de orgulho pelos seus feitos, com diversas evoluções, como a igualdade elementar entre os seres humanos, porém aceitando passivamente a constituição de uma sociedade mais desigual de todas. Compreendemos que a desigualdade sempre esteve presente na jornada da humanidade, mas, absolutamente nenhum argumento se torna plausível quando vemos uma sociedade entregue à barbárie, pois sabemos que não há justiça na desigualdade.

Percebemos discursos outrora superados, emergindo na sociedade, em pleno século XXI, demonstrando que a distribuição do conhecimento se constitui em um elemento central, tão ou mais importante que a distribuição das riquezas, afinal, não há desenvolvimento com pobreza. Hoje é inegável que o conhecimento se constitui como uma carta de alforria para os seres humanos, capaz de modificar modelos econômicos fora da realidade. Esse modelo em vigor é baseado em uma *economia do cowboy*¹⁰⁸, incompatível com a realidade. Invariavelmente a ação humana pelo *devir* passa pela *economia do astronauta*¹⁰⁹, algo já apresentado, mas que ainda não se fez ouvir. Inevitavelmente o maior predador para

¹⁰⁵ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 135.

¹⁰⁶ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 346.

¹⁰⁷ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 291.

¹⁰⁸ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 71.

¹⁰⁹ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 71.

exploradores irracionais da natureza, que a subjuga, é a própria natureza (armadilha social), criando mecanismos de defesa contra esses indesejáveis.

A *economia do astronauta* pode ser reinterpretada pela questão mineral de forma bastante sinistra e amarga, devido sua *capacidade de suporte*¹¹⁰ e entropia¹¹¹. Os resíduos e rejeitos¹¹² se mantêm na nave, tornando cada vez mais caro limpá-la, se é que seja possível. O *decrescimento*¹¹³ se apresenta realmente como alternativa a questão mineral, pois a redução de sua produção e alavancagem de sua eficácia pode gerar bons benefícios para o meio ambiente e sociedade, com uma *escala sustentável*¹¹⁴, sem afetar drasticamente os acionistas. Vale ressaltar que não se dá para vislumbrar ganhos econômicos extraordinários para as empresas e o mercado financeiro, devido ao um ritmo de desaquecimento produtivo, mas é oferecer rendas capazes de se perpetuar no tempo, de forma sustentável.

Portanto, é pouco provável que o capitalismo desacelere bruscamente a este ponto (decrescimento), sendo necessárias outras condições para manter a tripulação da nave viva, pois a nave permanece sem a população humana. Daly (1968) apresentou a condição estacionária como uma saída menos radical, pensamento base para toda a macroecologia sem crescimento, visando ao menos manter o atual nível, com uma *alocação eficiente*¹¹⁵. Diante deste cenário, a questão mineral passa a ser mais atrativa às empresas e ao mercado financeiro, não eliminando o desejo conspícuo de forma radical. A condição estacionária, portanto, é um ponto-chave ao se pensar a questão mineral, carecendo de futuras análises. Isso decorre da manutenção das barragens já existentes, sem grandes expansões produtivas, resultando em represas mais seguras a curto prazo.

Nesse sentido, apesar dos diversos percalços, a academia tem o papel de compreender esses fenômenos, interpretá-los, realizando pesquisas diligentes e continua buscando alternativas que orientem a ação humana a se distanciar da barbárie, e consequentemente, do caos. Apesar da humanidade viver no *mundo cheio*¹¹⁶, em nenhum momento da história tivemos tamanha abundância de riquezas, e se bem exploradas, garante uma *distribuição justa*¹¹⁷ a todos, com responsabilidade intergeracional. Ao considerarmos algumas críticas recebidas ao longo

¹¹⁰ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 65.

¹¹¹ Ver no capítulo 2.3 – As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico, p. 98.

¹¹² Ver no capítulo 4.2 - Barragens de rejeito: questões históricas e técnicas, p. 244.

¹¹³ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 111.

¹¹⁴ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 82.

¹¹⁵ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 81.

¹¹⁶ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 89.

¹¹⁷ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 83.

da pesquisa de campo, a universidade necessita se aproximar não apenas do ambiente natural, sociedade, e infraestruturas, carecendo de criar laços com as instituições do Estado e as firmas, contemplando todos os *elementos espaciais*¹¹⁸. Necessita também revisar suas estruturas curriculares, modificando substancialmente a compreensão dos discentes, futuros profissionais, a terem clareza dos impactos de suas funções em *devir*, formulador e reformulador da sua visão ética.

Não por acaso optamos por estudar a mineração, definidor histórico dos períodos mais relevantes da humanidade, datando nossa evolução conforme o domínio sobre as riquezas minerais¹¹⁹, calcado em uma visão ética de curto prazo desfavorável à sobrevivência. As riquezas minerais, quando bem exploradas, conseguem alavancagem rumo ao progresso até mesmo de territórios pobres de *serviços e funções ecossistêmicos*¹²⁰, pois a *função*¹²¹ e *forma*¹²² possuem um tratamento diferenciado. O progresso nesse sentido deve ser compreendido pela ótica do desenvolvimento, com uma *sustentabilidade forte*¹²³ que trate o ambiente natural como um *capital natural* complementar ao *capital manufaturado* e o *capital cultivado*, reforçado pelo *capital cultural*¹²⁴. Além disso, deve ter um tratamento analítico retirando do obscurantismo à *sociedade de risco*¹²⁵, tema esse jamais pensado durante os períodos de *mundo vazio*, mas que se materializou na modernidade reflexiva.

Os recursos minerais, a nosso ver, deveriam ser sempre compreendidos pela ótica da dádiva, afinal, por representar uma rigidez locacional, torna uma determinada população vencedora de uma roleta russa geológica que ninguém escolhe, apresentando externalidades positivas, e todos não vencedores, e até vencedores, cobiçam esses bens. A maldição dos recursos minerais teria sua representação apenas em sociedades nas quais apresentam absoluto descompromisso com o *devir*, como o caso brasileiro. A terra e o trabalho constituem a essência do desenvolvimento, visto que o capital é algo imaginado, planejado e concretizado, não natural, mas que a humanidade abraçou com entusiasmo em detrimento dos passivos ambientais e os *passivos do sofrimento social*.

¹¹⁸ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 136.

¹¹⁹ Ver no capítulo 4.1 - Recursos minerais: a mineração no Brasil, seus royalties e desafios, p. 213.

¹²⁰ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 61.

¹²¹ Ver no capítulo 3.3 - Mineração e barragem de rejeitos: estrutura, processo, função e forma, p. 175.

¹²² Ver no capítulo 3.3 - Mineração e barragem de rejeitos: estrutura, processo, função e forma, p. 175.

¹²³ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 113.

¹²⁴ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 64.

¹²⁵ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 283.

Não acreditamos em pobreza como natureza, mas como situação imposta pela sociedade, em que nenhum humano, igualdade elementar entre os seres humanos, se torna menos apto como intelecto. Plebeus de outrora, são hoje cientistas renomados da modernidade, isso demonstra que a educação universal, pública e de qualidade, é possível. É inconcebível, a partir de todo trajeto humano, estarmos aqui dialogando com a miséria, o que demonstra o caminho para a barbárie, e caos. Não há democracia com fome e países soberanos, dos quais compreendem a *alocação eficiente e escala sustentável*, não passam por desafios dos quais aqueles que o desconsideram, sofrem. Tudo, absolutamente tudo na sociedade, passa por processos biológicos e físicos, visto que a nossa espécie, mediante o regime democrático de direito deve impor os seus anseios, e de preferência, sem interferência externa. O atual sistema elevou de fato o padrão da humanidade, mas o povo não deveria ser permissivo a relatos de pobreza, demonstrando que a distribuição não é sequer justa, é discriminatória.

Outra discriminação ao qual ainda somos permissivos referem-se as injustiças ambientais. Populações mais humildes são sempre as recebem as primeiras cargas dos impactos produzidos pelas firmas, que os desconsideram em muitos casos, criando um sistema desigual. As injustiças ambientais têm ligação direta com todo o trabalho, pois a mineração é um dos principais agentes nos territórios a distribuir injustamente os impactos de suas atividades nas mais diversas comunidades. Esses impactos não são apenas ambientais, são sociais, econômicos e culturais.

O artigo 176, §1º da Constituição Federal determina o interesse nacional da exploração mineral, sendo reforçado pelo art. 1º da Lei 9.478/1997¹²⁶. Tal interesse decorre de os recursos minerais serem considerados essenciais e estratégicos para o desenvolvimento do país, do qual a União é a proprietária, a quem compete de forma privativa à legislação dos recursos minerais, destacando a soberania do país sobre seus próprios recursos. Em relação à competência para fiscalizar, esta é comum entre União, Estados e Municípios, expressos pelo art. 23 da Constituição Federal. Na ausência de lei específica para fiscalizar problemas de ordem prática e operacional, convênios ou instrumentos de cooperação técnica podem ser gerados, já que o ato de fiscalizar decorre do natural poder de polícia de administração pública. Como esse pode ser limitante da esfera patrimonial do particular, é necessário que seja adequadamente disciplinado para não ferir outros princípios e garantias constitucionais, como o princípio do contraditório e de ampla defesa, e o devido processo legal.

¹²⁶ Ver no capítulo 4.3 - Barragens de rejeito: questões jurídicas e políticas, p. 269.

Partindo da pluralidade que representa uma complexidade metodológica, para apresentar uma reinterpretação de pensadores clássicos e contemporâneos. A nossa construção, como *estrutura*¹²⁷ e *processo*¹²⁸, é uma tentativa de simplificar uma gigantesca diversidade que envolve a dialética sociedade-natureza, e seus *sistemas de ações*¹²⁹ e *sistemas de objetos*¹³⁰.

Com o foco nas barragens de rejeito, percebemos que um bem público (minério), sendo explorado por um monopólio (empresa), mediante concessões (Estado), quando rompidas afetam populações inteiras (sociedade) e o meio ambiente (ecossistemas). O rompimento de uma barragem apresenta uma contradição ao modelo econômico convencional, pois os ganhos marginais das empresas são alcançados pelos custos sociais e ambientais das comunidades e populações. Por mais que a barragem esteja segura, ao pensar na lei da entropia, tende a se desmanchar no ar, logo, não há barragens realmente seguras, por representar uma segurança temporal.

Os recursos abióticos, como o minério, são bens parcialmente renováveis, rivais dentro de uma geração e parcialmente rivais entre gerações, constituindo-se em bens exclusivos¹³¹. Todavia, mesmo com toda engenharia das empresas, o minério é um bem não substituível, devido ao alto grau (energia) e materiais necessários para sua reciclagem (alta entropia). Compreender a sua natureza acarreta supor, calcular e comparar todos os fenômenos a ela associada, além de considerar os riscos e as vulnerabilidades dentro de todos os *elementos espaciais*.

Desta forma, considerando que nada será feito (ou muito pouco), após o término da jazida, as barragens continuarão lá, intactas ou não. Sabemos que existem processos de descaracterização e descomissionamento, mas até o momento, desconhecemos barragens que passaram por este processo no Brasil¹³², havendo diversas dúvidas técnicas sobre sua operação. Não está claro como será a engenharia de descomissionamento das barragens gigantescas já criadas, e os riscos relacionados a esse processo.

A própria legislação é branda neste sentido, pois não força os empreendedores a realizar estes procedimentos, não explicando as formas de controle para garantir que a sociedade não

¹²⁷Ver no capítulo 3.3 - Mineração e barragem de rejeitos: estrutura, processo, função e forma, p. 167.

¹²⁸ Ver no capítulo 3.3 - Mineração e barragem de rejeitos: estrutura, processo, função e forma, p. 171.

¹²⁹Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 200.

¹³⁰ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 201.

¹³¹ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 68.

¹³² Ver no capítulo 4.2 - Barragens de rejeito: questões históricas e técnicas, p. 213.

arque com estes passivos¹³³. Portanto, mesmo com todos os programas de monitoramento e controle, as barragens estão se rompendo e nada garante que não irão continuar.

No momento em que os representantes da população (políticos) perceberem estas questões, três pontos devem ser analisados: *escala ótima*, *alocação eficiente* e *distribuição justa*. Esses conceitos são peça chave na construção metodológica da economia ecológica, base do modelo proposto (Figura 3.16), constituindo os pilares da economia ecológica. A escala do setor mineral, devido a sua franca expansão, merece questionamentos, por não haver nenhuma barreira, permitindo os empreendedores fazer o que quiserem. O aumento da escala resulta em maiores riscos operacionais, tornando catástrofes ambientais e sociais cada vez mais frequentes. A *alocação eficiente* deve ser analisada, pois, como os minérios apresentam características de recursos não renováveis (ou parcialmente renováveis), deve-se pensar em políticas públicas que aperfeiçoem estes recursos, com estratégias organizacionais orientadas nesses princípios. Isso deve contemplar a atual e as futuras gerações, tornando a questão da *distribuição justa* peça chave, afinal, estas riquezas são da União, logo, do povo, carecendo de equidade social.

Isto posto, por intermédio das políticas públicas, os agentes políticos devem intensificar propostas que elevem o bem-estar social, minimizando as externalidades deste setor. A ideia de bem-estar não é simples, visto que sua definição, bem como, seus parâmetros para enquadrar um povo, uma sociedade. O Estado não deve adotar uma postura reativa, como ocorreu após a tragédia de Mariana, devido às externalidades advindas do acontecimento, reduzindo o bem-estar da sociedade.

Houve avanços no gerenciamento de riscos¹³⁴ considerando as atualizações dos critérios de projetos de barragens de acordo com a política nacional PNSB – Lei 12.332/2010 e suas atualizações como a portaria nº 70.389/2017 e a criação do Sistema Integrado de Gestão de Segurança em Barragens de Mineração (SIGBM). Todavia, não consideram as relações entre gerações, tão pouco, não contempla diversos pontos importantes que apresentamos ao longo da pesquisa.

O *mundo cheio* é uma realidade, tornando indispensável compreender não apenas o mundo pelas óticas da economia e ecologia, pois a física e geografia apresentam questões centrais para este debate, de suma importância para compreensão e reorganização do modelo mineral. Ao considerarmos a 1º lei da termodinâmica (conservação de matéria e energia), observamos que apesar de o setor mineral ser intensivo em capital, consomem grandes volumes

¹³³ Ver no capítulo 4.3 - Barragens de rejeito: questões jurídicas e políticas, p. 241.

¹³⁴ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 299.

de matéria e energia. Já a 2ª lei da termodinâmica apresenta maior relevância aos debates econômico-ecológicos, devido à entrada e saída de matéria e energia dentro do setor mineral (metabolismo industrial), ocasionado pela lei da entropia, ou seja, matérias de baixa entropia são retiradas, acarretando resíduos de alta entropia. Dado o grau de pureza de algumas jazidas, os resíduos terão impactos em diferentes níveis. Aquelas jazidas que possuem alto teor de pureza, apresentam baixo volume de resíduos, entretanto, as que possuem baixo teor de pureza, apresentam maior volume de resíduos (inversamente proporcionais). Observamos que a lei da entropia deve ser considerada para cálculos de *escala ótima e alocação eficiente*.

O metabolismo econômico-ecológico apresenta diferenças entre os sistemas (isolados, abertos e fechados), dando destaque ao fluxo circular da economia¹³⁵. Percebemos que o meio ambiente foi negligenciado nos modelos clássicos e neoclássicos, tornando o fluxo metabólico incompleto. Encontramos nesse momento as diferenças essenciais relativas ao crescimento, desenvolvimento e sustentabilidade¹³⁶. Com os *throughput* (fluxo entrópico¹³⁷), percebemos a ligação entre física, ecologia e economia, pois está associado às leis de conservação de massa e energia, bem como a lei da entropia. O transumo mineral compreende todo o processo metabólico industrial, não desconsiderando o social e ambiental. Portanto, assimilar os *recursos de fluxo de estoque* e os *recursos de fundos de serviços*¹³⁸, se torna peça chave para interpretação do metabolismo do sistema mineral e o impacto do rompimento de uma barragem.

Ao se lançar as *funções e serviços ecossistêmicos* como categoria de análise, e considerando o conceito de *capital natural*, percebemos o fato gerador das complexidades no campo mineral. O processo industrial da mineração atual desconsidera os seus fluxos de energia e matéria, tendo dentro de sua contabilização apenas os valores da terra para baixo. Da terra para baixo deve ser compreendido no sentido em que se sabe o preço da tonelada de minério, desconhecendo completamente o preço das *funções e serviços ecossistêmicos*, desconstituídos de seu processo. Não se sabe, por mais que os EIA/RIMAS busquem identificar, os valores do *capital natural* que estão acima da terra. Dessa forma, o cálculo da *capacidade de suporte* se torna ainda mais complexo, ampliando a pegada ecológica da humanidade.

Essa é a transformação do econômico para o não econômico apresentado pelos economistas ecológicos, momento este em que um bem tem valor e vai se deteriorando até o momento não econômico, resíduo/rejeito. Este resíduo/rejeito no setor mineral fica exposto a

¹³⁵ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 107.

¹³⁶ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 105.

¹³⁷ Ver no capítulo 2.3 – As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico, p. 100.

¹³⁸ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 179.

danos sociais e ambientais graves, independente da sua temporalidade. Seu local está concentrado nas barragens de rejeitos, ou nas pilhas de rejeitos, nos forçando a refletir se estamos na sociedade pré-civilizada ou pós-civilizada, apontada por Boulding (1966).

Quando se pensa nas gerações futuras, a sensação é que a humanidade, apesar de todos os avanços, permanece na pré-civilização, momento em que não havia limite de recursos (*mundo vazio*). Estes recursos, renováveis ou não, são indispensáveis para a sobrevivência, motivo pelo qual Georgescu-Roegen (1971) apresenta o mito do minério renovável. Dado a *Economia do Astronauta* de Boulding, Georgescu-Roegen critica com base no *decrescimento*, pois para ele, no caso dos minérios, não se transformam em recursos renováveis.

Para compreender essas questões ao longo do trabalho apresentamos as ligações entre a geografia humana com a ecologia e, posteriormente, para com a economia ecológica. A noção de *totalidade espacial*¹³⁹ é integrada quando se adiciona estas disciplinas, demonstrando o quão interdisciplinar é o conhecimento. Desse modo, trazemos algumas das diferenças entre o conceito de tragédia e acidente¹⁴⁰, o primeiro está relacionado a algo inevitável, que ao longo do texto é pensado pela perspectiva de devir (tendência secular). Já os acidentes consistem em eventos dado a ação humana que se geram probabilidades e riscos, sendo totalmente evitáveis. Para se evitar acidentes é fundamental compreender a *capacidade de suporte* do processo produtivo, bem como seu metabolismo industrial e sócio ecológico, para assim nortear as ações humanas. Portanto, compreender o *throughput*, os *recursos de fluxo de estoque* e os *recursos de fundo de serviço* são elementos essenciais na busca de se entender o todo, pois se assim não for, podem se enquadrar como crimes corporativos¹⁴¹.

Nesse sentido, o *estudo da casa ao gerenciamento da casa*¹⁴² faz com que a humanidade compreenda seus limites. Quando pensamos na questão mineral e o evento do rompimento de uma barragem de rejeito, alguns pontos devem ser levantados. Assim como uma casa cria uma ilusão quando se joga o “lixo” fora, o setor mineral faz uso de uma fantasia, por não haver “fora” no planeta. As barragens de rejeito quando se rompem tornam vários pontos da casa inadequados para vida, inclusive a simples circulação. É como se colocássemos tanto “lixo” em um quarto, deixando o desativado, mas afetando outros cômodos. Todavia, quando se pensa no planeta, interesses privados não podem sobrepor aos interesses públicos, cabendo ao Estado a administração desses conflitos. Não se defende aqui o fim da mineração, afinal, é uma atividade

¹³⁹ Ver no capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial, p. 161.

¹⁴⁰ Ver no capítulo 3 – Da Geografia Humana à Economia Ecológica: instrumentação do modelo, p. 119.

¹⁴¹ Ver no capítulo 5.3 - As firmas e suas instituições: resultados a partir das observações em campo, p. 422.

¹⁴² Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 125.

importante para a sociedade atual, defendemos a revisão no pensamento, no sentido em que os interesses sociais estejam acima dos interesses privados; pois, sabemos que quando os interesses privados são potencializados, ocorre o *Auri sacra fames*, ou seja, uma maldita fome por ouro (lucro), o que sobrepõe a preservação da natureza, com elevado desperdício da mesma.

Os recursos bióticos¹⁴³ e abióticos¹⁴⁴ que compõem o planeta precisam funcionar juntos para a manutenção da vida como conhecemos. Para isto, se torna importante compreender a *estrutura espacial*¹⁴⁵: espaço da produção, circulação, consumo e distribuição. Quando o objetivo é analisar o sistema econômico deve-se reforçar que por esta ótica conseguimos compreender apenas um subsistema, desconsiderando os sistemas ecológicos e sociais. Para que possamos unificar esta forma de análise, integramos os conceitos fundamentais da ecologia (distribuição e abundância¹⁴⁶) ao modelo proposto, além de compreender este fluxo pelo *mundo cheio*. Constitui-se assim uma primeira tentativa de unificação do que naturalmente já são associados, mas em muitos momentos, esquecidos.

Neste ponto torna-se possível por meio dos estudos científicos e suas interações com a natureza entender onde o setor mineral se constitui espacialmente. Os recursos minerais são bens não renováveis, ou seja, são bens escassos, e devem ter seus processos de extração otimizados, buscando minimizar seus impactos no território. Não há produção sem custo ambiental, visto que todo processo exige dentro do seu metabolismo o consumo de matérias e energias que são dissipadas conforme a lei da entropia. Entretanto, é totalmente possível, dado a genialidade humana, a minimização dos seus impactos, apesar de ter custos, reduzindo os lucros no curto prazo, mas otimizando o bem-estar das futuras gerações e a eficiência operacional no médio e longo prazo, afinal, a técnica não é mais um problema para a humanidade dentro dos *sistemas de objetos*.

A escala apresentada foi do global ao local, analisando os *elementos espaciais* (ambiente natural, sociedade, as firmas, as instituições e as infraestruturas) que derivam direta ou indiretamente do modelo mineral. Parte desta relação está ligada ao aumento da população humana, no que lhe concerne pressionar os recursos naturais, trazem um desequilíbrio perigoso ao se pensar em diversas perspectivas temporais. A natureza tem um limite de oferta por *serviços e funções dos ecossistemas*, e com ações humanas deliberadas, reduzem estas ofertas, devido a pressão da demanda.

¹⁴³ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 71.

¹⁴⁴ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 73.

¹⁴⁵ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 126.

¹⁴⁶ Ver no capítulo 2.1 – Da ecologia a economia: conceitos e princípios gerais, p. 56.

Um bom exemplo é a questão da água, que já se torna escassa em vários lugares do mundo, e quando ocorre um rompimento de barragem, contamina grandes fluxos de água potável (nascentes, rios e lagos). Em Minas Gerais poucos são os rios limpos, e após o rompimento da barragem de Fundão e da barragem em Brumadinho, contaminou parte dos raros ainda presentes. Corremos o risco de contaminação do rio São Francisco, hoje um dos principais rios do Brasil.

Percebemos que nesse momento toda a atenção está concentrada em Minas Gerais, mas quando se trata deste tema com um olhar holístico, encontramos diversas barragens na Amazônia legal, constituindo as principais fontes de água doce do mundo. A barragem do Projeto Salobo, em caso de rompimento, inicia seu trajeto de destruição a partir do rio Itacaiúnas, que desemboca no rio Tocantins, principais rios da região, conforme podemos visualizar nos estudos de *Dam Break*¹⁴⁷.

Tudo que existe está mudando e se transformando, as ações humanas criam *sistemas de objetos*, por meio de *sistemas de ações* que se perpetuam no tempo, criando *rugosidades espaciais*¹⁴⁸. O ser humano, dessa forma, é um agente que modifica a natureza, afetando não apenas o que constitui o mundo natural, mas a si mesmo em diferentes espaços. As barragens surgem deste cenário, dado aos *sistemas de ações*, havendo deliberações que afetam diversas estruturas e elementos espaciais, em diversos tempos, materializando os *sistemas de objetos* fabricados. Uma barragem hoje pode gerar impacto para pessoas que sequer nasceram. A depender do tempo, os empreendedores da barragem não estarão mais presentes, empurrando seus passivos para uma sociedade que não se beneficiou das riquezas geradas na época da extração.

Percebemos que na atual conjuntura, as riquezas e rendas já não são bem distribuídas no território, imaginem em *devir*, caso nada for feito. Observamos que apesar da riqueza gerada pela extração mineral, há uma economia de enclave, e que o aumento do desenvolvimento humano (IDH) não é muito das vezes acompanhada pela redução da desigualdade (índice de Gini). Destarte, existem problemas na estrutura atual, carecendo de um debate mais amplo, pois não se deve deslocar os passivos para aqueles que não estão presentes. No futuro herdarão diversos objetos que serão rugosidades espaciais e algumas barragens podem inclusive, dado à ação (tempo), serem desconhecidas para a sociedade do futuro.

¹⁴⁷ Ver no capítulo 5.2 - Histórico e características da barragem de rejeitos nos estudos para a firma: infraestrutura e suas rugosidades espaciais, p. 405.

¹⁴⁸ Ver no capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial, p. 165.

A *verticalidade e horizontalidade*¹⁴⁹ surgem assim para que se compreenda as ações humanas. A verticalidade perpetua o pensamento que consiste em empurrar os passivos para o futuro, buscando lucros no presente, desconsiderando tudo que está no seu entorno. Assim, a horizontalidade surge como contraponto, pois devido à cegueira e revolta das pessoas, a horizontalidade traz de volta o modelo econômico para o subsistema que é. Assim, optamos por focar no espaço banal¹⁵⁰, pois dentro da sociedade, é o único capaz de olhar para o conjunto total dos *elementos espaciais*, pois são os primeiros a defender o ambiente natural pela simples questão de sobrevivência. Por desconsiderar isso, as firmas extrapolam sua capacidade de suporte, com anuência das instituições (Estado), criando o efeito derrame¹⁵¹.

A estrutura dominante, obcecada pelo crescimento eterno (*growthmania*), necessita ser repensada, principalmente quando o assunto são os minérios. A Constituição Federal declara que as riquezas do subsolo do país constituem-se de um bem da sociedade, logo deve haver reais benefícios para o bem-estar do seu povo. Não se entra na questão se deve ser explorado pelo Estado ou por agentes privados, pois independente da forma, se não for claro o objetivo estratégico desta riqueza e sua distribuição, pouco adiantará.

Entretanto, considerando que hoje o cenário é de uma exploração privada, mesmo tendo o Estado como acionista e parceira, cabe a este utilizar do seu poder para mitigar os conflitos e alavancar os anseios da sociedade. O efeito derrame não ocasiona quando o Estado sabe o seu papel, transformando este efeito negativo em um efeito positivo – efeito transbordamento. Logo, o processo deve ser re-analisado, buscando reengenharias não apenas organizacionais, mas sociais, necessitando compreender a *estrutura, processo, função e forma* do modelo mineral brasileiro, bem como o ciclo de vida do seu processo¹⁵².

A técnica empregada faz toda diferença quando ao processo minerário, pois seus métodos surgem dos *sistemas de ações*, que afetam e modificam os *sistemas de objetos*, refletindo novamente na sociedade que exigem respostas (ações). Desse modo, ao enfatizar o espaço banal, inserimos os pilares da economia ecológica, organizando um modelo que se aproxima da noção de *totalidade espacial*.

A ação humana influencia e é influenciada pela *ordem técnica*, a *ordem da forma jurídica* e a *ordem do simbólico*¹⁵³. Este último (ordem do simbólico) apresenta o olhar das

¹⁴⁹ Ver no capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial, p. 156.

¹⁵⁰ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 129.

¹⁵¹ Ver no capítulo 3.2 - Os eventos, horizontalidades, verticalidades e a rugosidade espacial, p. 156.

¹⁵² Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 304.

¹⁵³ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 185.

horizontalidades. As outras duas ordens constituem-se no espaço de forma a sobrepor os seus interesses, com *verticalidades*, principalmente, quando contida dentro da base hegemônica que insiste nesse caso, no erro crasso de desconsiderar os demais elementos espaciais e o primado da biologia e física.

Observamos que muitas empresas se valem do *greenwashing* (maquiagem verde), que aparentemente vão além da legislação, utilizando-se selos reconhecidos mundialmente apenas para gerar valor ao seu produto ou serviço. Importante notar o ir “além da legislação”, afinal, muitas empresas utilizam esta expressão, não consistindo de uma inverdade, o que reforça que no caso brasileiro, ainda temos uma legislação branda, ou então, não aplicável.

O mercado financeiro já cobra das firmas por uma governança ambiental, forçando o pensamento ecológico, dado que os problemas neste sentido impactam diretamente seus dividendos¹⁵⁴. Não se questiona a validade desta lógica, pois estão protegendo os seus interesses dentro deste modelo hegemônico. Esse modelo é orientado por uma crença na superioridade do mercado como mecanismo de alocação de recurso geral, algo muito complexo para se quebrar sem a orientação do Estado, com apoio da sociedade. O que não se pode, é permitir que o Estado seja complacente e parceiro das firmas para crimes corporativos. Diferente dos interesses individualistas do mercado, o Estado deve ter um olhar coletivista, ou seja, se deve pensar no bem-estar da sociedade, por mais amplo ou vago que este termo signifique.

*Os limites do Estado*¹⁵⁵ devem se ater prioritariamente a questão da distribuição, pois as riquezas do setor mineral são bens públicos de extração privada. Cabe ao Estado uma readequação entre lucros privados e prejuízos públicos, equilibrando a balança para alcançar uma *escala sustentável* dentro dos limites de recurso. Portanto, os limites da sociedade devem equacionar as diversas formas de alocação, com auxílio do Estado, para que se busque uma sociedade minimamente justa. Essa justiça social deve estar clara no modelo mineral, pois os lucros desaparecem com o tempo, mas o desenvolvimento não. Crescimento por crescimento não resolvem os problemas sociais e ambientais, afinal, apenas um pensamento de longo prazo é possível vislumbrar modelos para um desenvolvimento sustentado. Não é uma tarefa fácil, mas é do espaço banal que irão surgir às soluções para esse complexo problema. Portanto, para que ocorra o efeito transbordamento, se deve dialogar entre diversos sujeitos com diferentes perspectivas e visões, com uma balança que não pese apenas para um lado (as firmas).

¹⁵⁴ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 329.

¹⁵⁵ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 186.

Atualmente, a balança está inclinada a atender os anseios do mercado, buscando constantemente a auto regulação, porém em momentos de crise, correm para os braços do Estado. A regulação fraca já é uma evidência e apresenta diversos problemas, demonstrando que a solução não consiste em autorregular. Percebam que apesar do conceito de regulação fraca, há no caso brasileiro um grande aparato legal e tributário, criando uma contradição em sua fragilidade. Como pode ser fraca se o aparato estatal é gigante?

Não por acaso, consideramos a importância de um Estado forte, eficaz e responsável com o dinheiro dos pagadores de impostos, pois não adianta ter todo um aparato técnico e jurídico, se não faz acontecer, se não chega nas pontas. Não entramos nas discussões de Estado mínimo ou máximo, por se tratar de questões ideológicas, apenas compreendemos que para o livre mercado, como pedem as correntes convencionais, se faz necessário um Estado forte, pois desconhecemos exemplos reais de sucesso sem essa receita. E esse Estado, por mais que não rompa com os interesses hegemônicos, ele pode dar vez e voz para aqueles que estão no espaço banal, reduzindo as tensões e conflitos entre os agentes, equilibrando a relação de poder, alavancando o *ordenamento do simbólico*, com um projeto pautado na soberania popular.

Todavia, ao se pensar na regulação fraca observamos diversos casos de abusos entre as mineradoras e os demais elementos espaciais. Os rompimentos oriundos de suas barragens e a forma de lidar com os casos são em alguns momentos, estratégias que corrói o espírito humano. Até o momento tudo que decorreu das barragens rompidas não se teve tratativa adequada. No caso da Samarco S.A., criaram uma fundação que resguarda a imagem da empresa, enquanto está se queima perante a sociedade, demonstrando uma ação deliberada para se evitar a depreciação das empresas (risco de *compliance*¹⁵⁶). Quando se olha a evolução do valor de mercado de uma das suas acionistas majoritárias, a Vale S/A, reforça a tese de que o crime compensa. As multas não são sequer pagas e os processos de indenização são protelados na justiça, que atendem sobremaneira aos interesses das firmas. Devemos lembrar, hoje, é mais fácil o acesso a justiça inglesa, do que a brasileira, sobretudo, ao se pensar nos atingidos por barragens, como é o caso da Samarco S.A. e seu crime corporativo¹⁵⁷.

Com modelos baseados em uma regulação eficaz e punitiva obrigaria as firmas a usarem tecnologias mais seguras. O atual modelo de regulação fraca demonstra que as empresas decidiram não usar técnicas mais seguras. Essa decisão é basicamente econômica, dado seu custo, pois após o rompimento o valor de mercado foi recuperado em menos de três anos, dado

¹⁵⁶ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 328.

¹⁵⁷ Ver no capítulo 5.5 - A sociedade e seus movimentos sociais: resultados a partir das observações em campo, p. 458.

às flutuações acionárias. Punições pesadas para empresa é uma forma de aumentar o custo das firmas que cometem crimes corporativos, afinal, a depender das externalidades negativas criadas, o negócio deve ser inviabilizado. Naturalmente a punição para empresa não elimina a necessidade de punir as pessoas físicas (profissionais) que venham a ter responsabilidade nos eventos, demonstrando a importância da reformulação acadêmica.

As firmas são importantes para a sociedade, não se questiona este ponto, todavia, elas devem possuir um norte de atuação em que o Estado regule sua forma a não gerar grandes externalidades negativas à sociedade. Externalidades negativas de agentes privados que refletem na sociedade devem ser pagas. As firmas inclusive possuem um papel fundamental nas ações humanas, pois elas modelam e remodelam os desejos humanos. No momento em que o Estado conseguir reorganizar o modelo econômico, com políticas públicas que fortaleça o presente e preserve o futuro, podem ocorrer dois efeitos: i) às firmas reeducar a sociedade, de modo a se minimizar o consumo conspícuo, criando produtos e serviços mais sustentáveis, algo que algumas (bem raras é verdade) já estão vislumbrando; ii) a sociedade após perceber o caos que se instalou no seu meio, forçam as firmas a serem ecologicamente sustentáveis. Todavia, neste segundo cenário a situação tende de estar pior que no primeiro, pois viria de uma atitude reativa, enquanto as firmas podem impor uma atitude proativa¹⁵⁸.

No momento em que as firmas e, principalmente o Estado, ouvir aqueles que não são consumidores, mas que são atingidos por estes empreendimentos, é possível criar um novo modelo. A economia ecológica vem nesse sentido, por representar um novo paradigma, consistindo da visão ecológica para as atividades econômicas. Auxiliando neste diálogo, elaboramos um modelo que une os principais elementos e categorias trabalhados (Figura 3.16). O modelo deriva dos limites planetários e das leis da física que atuam em todos os elementos espaciais trazendo a importância de se compreender o metabolismo socioecológico. Os *sistemas de objetos* e *sistemas de ações* são a força motriz que gira esse fluxo, que reflete em diversas *estruturas espaciais* (produção, circulação, consumo e distribuição), *estruturas espaciais* (consumo, distribuição, circulação e produção) e tempos (*rugosidade espacial*). A natureza nos oferece produtos e serviços em abundância, apesar de suas limitações, cabendo o Estado auxiliar na sua manutenção e distribuição. Várias (categorias) de capitais estão dentro deste metabolismo socioecológico, se relacionando com diversos *elementos espaciais* e criando um movimento. As ações humanas, dado a sua relação com todos os *elementos espaciais*, mais

¹⁵⁸ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 345.

principalmente com as firmas, que são os maiores modificadores da natureza, podem criar ambientes favoráveis ou desfavoráveis à sobrevivência (visão ética).

Iniciando pelo primeiro *elemento espacial*, as firmas¹⁵⁹, percebemos as características¹⁶⁰ com relação a sua rugosidade, lamentamos o desinteresse por parte da empresa (Vale S.A., Projeto Salobo) de participar da pesquisa. Essa participação era fundamental para compreendermos a gestão de riscos¹⁶¹ por parte dos empreendedores. Ficamos impossibilitados de entender quais ferramentas e técnicas são utilizadas pelas firmas para a problemática apresentada, rompimento das barragens de rejeito, no curto prazo e em *devir*, visto ao não interesse do empreendedor do Projeto Salobo, Vale S.A.

Entretanto, percebemos como foi a influência do projeto na ocupação do território, em sua terceira fase iniciou as ações do governo federal para criar ações de desenvolvimento na região, baseado na indústria extrativa. Com apoio do governo federal e do Banco Nacional de Desenvolvimento Humano (BNDES), o Projeto Salobo, constitui ações deliberadas (*sistemas de ações*) para criação de objetos fabricados (*sistemas de objetos*). Desse modo, observamos que a métrica foi o *in dubio* pró-progresso, com uma expansão e mercantilização dos riscos na busca da posse de riquezas¹⁶². Contudo, um dos principais argumentos favoráveis à implantação do projeto consiste na retórica do baixo impacto, visto que boa parte da infraestrutura já está instalada no território.

O *espaço da produção* e o *espaço da circulação* foram readequados para o fim da atividade, deslocando a sociedade para a urbanização, com um crescente individualismo, criando um modelo de aproximação espacial e distanciamento social. Com a produção assegurada pela nova infraestrutura do Projeto Salobo, a circulação desses produtos torna-se a chave para o devido escoamento que ocorre por meio de processos logísticos e complexos, o que faz a produção girar e expande o sistema econômico. Não por acaso, consideramos a relação as estruturas espaciais (produção, circulação, consumo e distribuição) principalmente quando relacionados na categoria de abundância ecológica e por serem correlacionados também pela economia (gerenciamento da casa).

O *espaço da distribuição* e o *espaço do consumo* também apresentam uma alteração substancial, diferenciada, afinal, há uma distribuição das rendas para aqueles que trabalham no

¹⁵⁹ Ver no capítulo 5.1 – Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 362.

¹⁶⁰ Ver no capítulo 5.2 – Histórico e características da barragem de rejeitos nos estudos para a firma: infraestrutura e rugosidades espaciais, p. 383.

¹⁶¹ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 282.

¹⁶² Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 285.

projeto, alocando todo o restante a sua margem. Com isso, alguns agentes utilizam desse modelo para garantir sua sobrevivência no mercado, elevando os preços, modificando o consumo, que se tornam não homogênea. Para tornar a distribuição análoga à realidade, compreendemos que a única alternativa é por meio da percepção do primado da biologia e física. Nesse sentido, não compreendemos as alternativas que desconsideram o papel do Estado como agente organizador e reorganizador espacial. Portanto, o Estado é essencial para que as *estruturas espaciais* na modernidade possam criar elos capazes de criar e recriar reflexões em *devir*.

É importante percebermos que os principais objetivos do empreendimento¹⁶³, conforme a Golders Associate (2006a) são relacionados com a qualidade ambiental, desconsiderando a social. Informam em seus documentos o diálogo constante entre empregados e a comunidade, mas na prática, se demonstram conservadores, mantendo suas portas fechadas, até mesmo para a comunidade acadêmica, que em nosso entendimento, deveria ser vista como parceira. O diálogo empresa e comunidade, pelo que pudemos observar em campo, não existe. Mesmo considerando todas as justificativas para o empreendimento (técnica, ambiental, econômica e locacional¹⁶⁴), nada justifica o desdém para com a sociedade e populações indígenas.

Nem mesmo as condicionantes ambientais¹⁶⁵, algo apresentado pelos seus estudos como prioridade, estão sendo cumpridas. Não havia sequer preocupação com a segurança dos seus funcionários, pois o setor administrativo foi construído abaixo da barragem, e os estudos *Dam Break* da firma demonstram um elevado otimismo em não afetar plenamente essas estruturas.

Com relação ao *Dam Break* nota-se que no Seminário Internacional de Segurança de Barragens¹⁶⁶, promovido pelo Tribunal de Contas da União, um dos pontos de discussão foi nesse sentido. Alguns expositores alegaram que a metodologia da Vale considera 35% de mobilização de rejeitos, sendo que a barragem de Fundão foi mobilizada cerca de 75% dos rejeitos e Brumadinho algo em torno de 80%. Considerando essas informações dos

¹⁶³ Ver no capítulo 5.1 - Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 380.

¹⁶⁴ Ver no capítulo 5.1 - Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 372.

¹⁶⁵ Ver no capítulo 5.5 - A sociedade e seus movimentos sociais: resultados a partir das observações em campo, p. 451.

¹⁶⁶ O Seminário Internacional de Segurança de Barragens ocorreu em Brasília/DF, no período de 11 e 12 de novembro de 2019, reunindo diversos especialistas. “O encontro debateu questões relacionadas à regulação, gerenciamento, fiscalização e impactos socioambientais desses empreendimentos, considerando a transversalidade do tema e as particularidades dos setores de geração de energia, de mineração e de usos múltiplos de recursos hídricos”. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/seguranca-de-barragens-sera-tema-de-seminario-internacional.htm>.

especialistas, e analisando o Estudo de *Dam Break* realizado pela Tracbel (2018), percebemos que para a barragem de fins II foi calculado com a mobilização de todo o volume potencial. Entretanto, não identificamos a metodologia aplicada à barragem Mirim.

A área diretamente afetada (ADA), a área com influência direta (AID) e a área de influência indireta (AII)¹⁶⁷, considerando a parte relacionada com os estudos do meio socioeconômico, não há profundidade, excluindo inclusive o componente indígena do relatório. Não apresentam estimativas da *capacidade de suporte* para o meio físico, biótico e antrópico, reforçando a tese de que não há preocupações substanciais nesse sentido. Logo, ao considerarmos o *mundo cheio*, em que o planeta é pode ser pensado como um barco, as mineradoras não estão respeitando a linha do calado, tornando o espaço geográfico propenso a naufragar¹⁶⁸. Os primeiros atingidos serão inevitavelmente os mais vulneráveis do território, demonstrando uma injustiça socioespacial¹⁶⁹, devido à clareza que os capitães não irão juntos, pulando do barco e não sendo responsabilizados pelos seus atos.

A Golders Associates (2006b) apresentou um programa de gerenciamento de riscos ambientais utilizando nove itens de ação e controle. No entanto, não foi possível identificar nenhuma ferramenta estratégica e operacional de gerenciamento de risco, como: *What if*, APR, FMEA, FMECA, HAZOP, HAZID, AQS, SIL, TIC, FTA¹⁷⁰. Também não foi possível detectar nos documentos analisados as métricas relativas ao dano máximo potencial (DMP), a perda máxima possível (PMP) e a perda normal esperada (PNE)¹⁷¹. Estamos aqui falando das melhores práticas, nada além do que já existe quando se fala em gerenciamento de riscos. Mesmo o foco sendo os riscos ambientais, há espaço para se valer das melhores práticas. O curioso é percebermos que entre os documentos avaliados não há nenhum campo com programa de ação e controle quando a sociedade é afetada pelo empreendimento. Existem planos de gestão socioeconômica e cultural¹⁷², porém não há compatibilidade com a realidade. Por não conseguirmos entrevistar os funcionários da Vale S.A., não dá para inferir se tudo alocado em seus documentos estão sendo efetivados.

¹⁶⁷ Ver no capítulo 5.1 - Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 374.

¹⁶⁸ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 81.

¹⁶⁹ Ver no capítulo 3 - Da geografia humana a economia ecológica: instrumentação do modelo, p. 120.

¹⁷⁰ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 300.

¹⁷¹ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 299.

¹⁷² Ver no capítulo 5.1 - Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 382.

Orientações para o plano de fechamento de mina¹⁷³ e seus níveis de incerteza foi identificado com maior profundidade no documento realizado pela empresa Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda. Em seu Plano de Controle Ambiental (PCA) a Sete (2018) dedica uma seção para o plano de fechamento de mina, se comprometendo com ações para a desmobilização progressiva dos ativos¹⁷⁴. Consideramos que são objetivos robustos, corretos em *devir*, mas desconsideram variáveis importantes, e não apresentam no presente, robustez quantitativa e qualitativa. O elemento espacial que compreende sociedade é quase ignorado, apresentando um papel secundário. Ao afirmarem sobre as práticas contábeis de provisionamento, algo que foi implementado há pouco tempo nos relatórios financeiros macro, não se torna possível analisar em termos micro. O Relatório Anual de Lavra (RAL) do Projeto Salobo poderia oferecer subsídios nesse quesito, todavia, ao solicitar na ANM ou Vale S.A., indeferem ou ignoram o chamado, respectivamente. Logo, não conseguimos captar se o *devir* é realmente importante para a mineradora, mesmo apresentando bons objetivos, constituindo inclusive a missão e visão da empresa¹⁷⁵.

As instituições do Estado, mesmo reconhecendo seus limitadores, são os principais agentes capazes de alterar a *ordem da forma jurídica*, com base na *ordem técnica*, alavancando os anseios e minimizando as frustrações que emergem na *ordem do simbólico*. Pensando apenas na Agência Nacional de Mineração (ANM) o seu papel atual está muito distante da sua missão, visão e valores¹⁷⁶, agindo de forma desordenada, distante do seu fim. Uma prova disso é a sua metodologia de Dano Potencial Associado (DPA) e Categoria de Risco (CRI)¹⁷⁷ aplicada ao Projeto Salobo. Não negamos que houve uma grande evolução nos últimos anos com relação a políticas públicas relacionadas à segurança de barragens, mas está clara a necessidade de mudanças urgentes.

No entanto, percebemos uma instituição (ANM) que assim como as mineradoras das quais fiscalizam, possuem estruturas organizacionais conservadoras, na esfera das firmas. O centro das decisões se concentra em Brasília/DF, longe da realidade, tornando obrigatória uma sinergia entre as filiais, escutando principalmente aqueles que estão na base do processo. Isso não ocorre pelo que pudemos perceber em campo, por criarem dispositivos com fragilidades

¹⁷³ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 358.

¹⁷⁴ Ver no capítulo 5.1 - Histórico e características do empreendimento nos estudos para a firma: estrutura, processo, função e forma, e o ambiente natural, p. 381.

¹⁷⁵ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 142.

¹⁷⁶ Ver no capítulo 5.4 - O Estado e suas instituições: resultados a partir das observações em campo, p. 426.

¹⁷⁷ Ver no capítulo 5.2 - Histórico e características da barragem de rejeitos nos estudos para a firma: infraestrutura e suas rugosidades espaciais, p. 396.

que apenas os técnicos poderiam identificar. Por não haver um bom canal de comunicação, o conhecimento técnico da própria instituição colapsa, transformando a forma técnica e jurídica em modelos burocráticos. As matrizes de classificação do DPA e do CRI são instrumentos burocráticos, fora da realidade, o que não assegura a efetividade da segurança das barragens. Quando apresentam ferramentas técnicas nas matrizes de classificação, implicam em outros problemas, como falta de equipe qualificada e instrumental tecnológico.

De toda forma, a mineradora compreende seus impactos, mas devido a sua postura agressiva, opta por ignorá-los. As equipes dessas empresas são altamente qualificadas, tendo uma equipe jurídica de alto nível, recebendo por meio das ações civis um gigantesco número de informações sobre problemas relatados pela sociedade. Devemos lembrar que boa parte do quadro dos funcionários das mineradoras no Brasil tem em suas equipes ex-servidores de carreira, das mais variadas instituições, que atuavam do licenciamento a fiscalização. O poder econômico e a postura agressiva da firma são tão intensos que conseguem dobrar até (ex) juízes e promotores, auxiliares na defesa dos interesses da Vale S.A., dos seus executivos e acionistas.

O mercado financeiro parece não se preocupar com as questões ecológicas e sociais, demonstrando um gigante apetite, com uma elevada tolerância e quase sem limites para os riscos. Mesmo após os dois crimes corporativos da Samarco (2015) e Vale (2019) as ações da empresa estão em disparada, acompanhado pelo aumento dos preços das commodities minerais e depreciação do Real frente ao dólar. Os limites entrópicos (*throughput*) relacionados aos *recursos de fundo de serviços* e *recursos de fluxo de estoque* são afetados, danificados, poluídos, destruídos, mas nada disso incomoda o mercado que se baseia na mania por crescimento (*growthmania*). Não por acaso optamos por trabalhar com o mito do desengajamento moral¹⁷⁸, por empregar a terminologia adequada (crimes corporativos) para os acidentes de trabalho, visto que os acionistas majoritários escolhem seus administradores, sabendo dos riscos do conflito de agência¹⁷⁹.

O IBRAM como instituição, pelo que tudo indica, é realmente compromissado com a mudança no setor mineral, calcado em *devir*. Muitos consideram o IBRAM como um dos principais ideólogos do setor mineral, adicionando uma responsabilidade do qual não possuem o poder de mudança. Apesar de ter uma voz respeitada pelas mineradoras, sendo influenciada por elas, muito de suas medidas se resumem na ampliação e construção do conhecimento, levantando as melhores práticas do mercado, em formato de livros. Por óbvio, o foco da

¹⁷⁸ Ver no capítulo 5.3 - As firmas e suas instituições: resultados a partir das observações em campo, p. 419.

¹⁷⁹ Ver no capítulo 4.1 - Recursos minerais: a mineração no Brasil, seus royalties e desafios, p. 235.

instituição são seus participantes, justificando posicionamentos contrários aos interesses da sociedade.

Os funcionários entrevistados do IBRAM apresentaram elementos importantes para o debate, adentrando da técnica ao simbólico. Consideram o setor bastante conservador, com paradigmas e desafios a serem quebrados, como abrir os olhos dos participantes. Apesar dos avanços tecnológicos, com plantas operacionais que não necessitam de barragens de rejeitos, essas tendem a continuar. Logo, as barragens são *elementos espaciais*, por isso, devemos ter que conviver por décadas ou séculos, quiçá milênios. Dessa maneira entendemos que as barragens de hoje podem ser futuras pirâmides, *rugosidades espaciais* não tão úteis para fins culturais. Apesar de ser uma tendência a sua não utilização no futuro, nos indagamos que futuro é esse?

Para os entrevistados a *capacidade de suporte* é a pauta mais importante do setor mineral, para eles, essa pauta pode chegar a “moratória mineral”. Isso ocorreria, tendo em vista a expansão dos passivos ambientais e de sofrimento social, além disso, também das *rugosidades espaciais* que estão sendo produzidas e reproduzidas. Eles destacaram a necessidade de um “observatório da CFEM”, visto que são recursos pouco transparentes. Para os entrevistados, temos como possibilidade de tecnológica a base de uma “mineração cirúrgica”, com o mínimo de rejeito no processo operacional, ou seja, com baixíssimos desperdícios de natureza. Para isso, a ciência e tecnologia necessitam de investimentos. Por fim, os entrevistados lembram-se da importância da especialização de profissionais a base da economia mineral, por uma perspectiva ecológica e física, com forte base sociológica e geográfica, orientada sobretudo, pelo espaço banal.

Boa parte da construção dessa orientação centrada no espaço banal consiste em políticas públicas. A inação do Estado não pode ser regra nem exceção, visto que o modelo adotado de regulação fraca, ou quase autorregulação, não contribuem para o desenvolvimento econômico. Por esse motivo iniciamos o levantamento de dados via entrevista com servidores do poder legislativo, por constituírem a força democrática que representa o espaço banal, ou pelo menos deveriam representar. Por esse motivo, para se criar sentido, as políticas necessitam de configuração não determinista e não niilismo¹⁸⁰. Isso se dá por sempre haver alternativas reais de escolha, com as mais variadas opções, e com os mais variados graus de responsabilidade. Para tal, são necessários critérios reais de valor, por mais vagos que esses possam ser como o

¹⁸⁰ Ver no capítulo 4.3 - Barragens de rejeito: questões jurídicas e políticas, p. 275.

devir. Com as lentes corretas, ou pelo menos limpas, é possível visualizar o mundo próximo da totalidade espacial, algo só possível por meio das vozes que emergem no espaço banal.

No poder legislativo identificamos uma intensificação de trabalhos a partir dos crimes corporativos da Samarco e Vale. Obtivemos relatados dos mais diversos projetos de lei, muitos com avanços consideráveis, mas que após esfriar o assunto, tendem a não avançar nas casas (Senado e Câmara). Não podemos desconsiderar que boa parte do *ordenamento jurídico* deve ser de iniciativa da ANM, por ter proximidade com a temática, apresentando soluções mais técnicas. Isso lembra inclusive problemas com relação à metodologia do Dano Potencial Associado (DPA) e Categoria de Risco (CRI), norteadores criados pela ANM, mas que, na prática, sabemos ser apenas mais um instrumento burocrático, com baixa orientação técnica. Nesse sentido, a DPA e CRI altos deveriam ser tratados como intoleráveis, por serem inviáveis em termos socioambientais. A regra é que não há limitadores, hoje, os empreendedores fazem o que desejam, construindo barragens cada vez mais altas e com maior capacidade de armazenagem. Basicamente consiste em dizer que independente do projeto, do parecer das instituições licenciadoras e fiscalizadoras, se houver força política, o projeto será executado. Em outras palavras, se admite tudo baseado no *in dubio* pró-progresso, não se valendo do princípio da precaução e de regra do quando parar¹⁸¹.

Não apenas a regulação e fiscalização são alvos de questionamentos no legislativo, o próprio licenciamento ambiental, apesar de ser uma evolução considerável, ainda tem muito para avançar. Há um excesso de padrões e exigências nas etapas iniciais, e posteriormente, o nível cai drasticamente, criando em muitos casos uma barreira para o desenvolvimento, devido a desinvestimentos. Nos últimos anos deu início ao processo de inventário e mapeamento das atividades minerais, mediante diagnóstico técnico-econômico, para constituição de zoneamentos minerários¹⁸². No entanto, as zonas bloqueadas e as zonas preferenciais para a mineração, com a atuação do atual governo, torna-se uma incógnita. Percebemos com isso, uma preocupação com relação aos *planos de fechamento de mina* e com a *desengenharia*¹⁸³. Todavia, o legislativo não está plenamente empenhado nessa perspectiva em *devir*, atuando apenas como o corpo de bombeiro, apagando o fogo já existente, mas desconsiderando as origens. Em termos macroeconômicos o legislativo tem poder para alterar a rota do atual modelo de crescimento econômico para um desenvolvimento sustentável, mas continuam a não

¹⁸¹ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 82.

¹⁸² Ver no capítulo 4.1 - Recursos minerais: a mineração no Brasil, seus royalties e desafios, p. 238.

¹⁸³ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 328.

identificar as origens da doença holandesa¹⁸⁴, as trocas econômica e ecologicamente desiguais, e as economias de enclave que a atividade mineral produz e reproduz no espaço.

Ao falarmos de desenvolvimento sustentável, é importante lembrarmos do direito difuso, por criar o diálogo entre o direito de terceira geração com o direito da primeira geração, considerando a noção de equidade¹⁸⁵. Buscando garantir esse direito o poder judiciário tem um papel central, por ser em muitos momentos o único a dar voz e vez ao espaço banal. O conceito de sustentabilidade vem sendo alterado conforme se amplia a compreensão dos seres humanos com relação aos mais diversos tipos de capital (*natural, cultural, cultivado e manufaturado*). Logo, por se tratar de direito difuso a compreensão do espaço deve ser relacionada o território-sujeito à indústria-objeto e não a empresa-sujeito e território-objeto¹⁸⁶, por apresentar uma significação e representação¹⁸⁷. Isso deriva da forma de agir, ou seja, possuem objetivos, finalidades, com ações que apresentam uma intencionalidade¹⁸⁸. Deve haver enquanto estratégia, mecanismos que privilegiem os anseios da sociedade, como decisor espacial do território. O território, portanto, se torna sujeito, enquanto as empresas constituem-se em objetos. Em outras palavras, o espaço banal é privilegiado, com a capacidade de decisão em aceitar ou recusar um determinado empreendimento.

Entre todos os entrevistados do poder judiciário, percebemos na pesquisa uma relação muito forte com a tese da *sociedade de risco*, possivelmente devido à formação dos servidores. Percebem que ao se refletir sobre as mudanças sociais e controle político nas últimas décadas, o espaço está compreendido na empresa-sujeito e território-objeto, visto que são as firmas a moldarem o mundo, e não os indivíduos. Há nesse sentido uma dissolução das fronteiras políticas, tornando o político, apolítico, e o apolítico, político¹⁸⁹. Isso decorre pela força do poder econômico, corrompendo os corruptos, e contaminando todas as esferas do Estado (legislativo, executivo e judiciário). Além desse problema crônico, mesclando clientelismo¹⁹⁰, o modelo econômico hegemônico, baseado em uma economia da desigualdade, cria um sistema de supressão e exclusão¹⁹¹. Reproduz assim uma nova *Auri sacra fames*, em que o ouro é

¹⁸⁴ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 349.

¹⁸⁵ Ver no capítulo 4.3 - Barragens de rejeito: questões jurídicas e políticas, p. 266.

¹⁸⁶ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 282.

¹⁸⁷ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 185.

¹⁸⁸ Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 201.

¹⁸⁹ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 298.

¹⁹⁰ Ver no capítulo 5 – Mineração e barragens de rejeito: a sociedade de risco, a gestão de risco e a desengenharia, p. 211.

¹⁹¹ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 280.

substituído pelo consumo conspícuo, dentro de uma busca infinita por capital, baseado em moeda fiduciária¹⁹², capaz de reforçar ainda mais esse modelo.

Nesse sentido, as instituições do Estado devem ter em seus quadros servidores técnicos, altamente qualificados, preocupados com os anseios da sociedade, do espaço banal, mitigando os efeitos colaterais latentes¹⁹³ que já estão expostas na *sociedade de risco*. A expansão produtiva, considerando o estágio avançado das forças produtivas¹⁹⁴, busca a minimização dos custos operacionais, independente se haverá ou não desperdício de natureza, e se incorrerá em passivos do sofrimento social. Com uma população em franca expansão, pressionando o ambiente natural, aumentando o consumo, se torna indispensável o poder judiciário compreender as origens dos efeitos colaterais latentes, o fluxo entrópico (*throughput*), os ciclos ecológicos e os sistemas de produção da sociedade¹⁹⁵.

Não apenas o poder judiciário, o poder legislativo e principalmente o poder executivo, por governar o povo e administrar os interesses públicos, devem compreender as questões apresentadas acima. No executivo entrevistamos servidores das três esferas, tentando perceber alguns dos limites do Estado e sua relação com os pilares da economia ecológica. Como já era de esperar, todas as instituições carecem de equipe técnica, infraestrutura e treinamento. No IBAMA e a ANM (Federal) há um grande distanciamento com relação ao fluxo de informação entre o comando central (Brasília/DF) e as unidades do Estado do Pará.

Para exemplificar, o IBAMA (órgão licenciador), não tem nenhuma equipe dedicada à questão mineral no Estado do Pará, realizando os licenciamentos por meio dos servidores de Brasília/DF. Não podemos esquecer que a equipe de Brasília, responsável pelo licenciamento do Projeto Salobo, não pode participar da pesquisa, por determinação do atual Ministro do Meio Ambiente (Ricardo Salles). Havia interesse, muita informação a ser repassada para ampliarmos o debate, entretanto, toda resposta da instituição deverá passar pela ASCOM, e até o momento não obtivemos retorno. Para preencher essa lacuna, foi possível entrevistar servidores do IBAMA do Estado do Pará que possuem experiência com a temática, mas não atuam diretamente nesses processos. Advertimos que todas as opiniões apresentadas ao longo da pesquisa são referentes aos indivíduos, suas visões pessoais e profissionais, visto que não

¹⁹² Com o fim do padrão ouro os Estados Nação começaram a emitir moeda sem lastro, criando as moedas fiduciárias. Isso implica em afirmar que o Estado possui a capacidade de criar ou destruir moedas, por meio de diversos mecanismos, objetivando tornar a economia fluída e sem inflação. Não podemos esquecer que os bancos também possuem o poder de criar ou destruir moeda, por meio do *spread* bancário, mas diferente do Estado, não possuem a capacidade de emitir papel (moeda).

¹⁹³ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 277.

¹⁹⁴ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 276.

¹⁹⁵ Ver no capítulo 2.4 – O metabolismo econômico e ecológico: bases, conceitos e noções, p. 105.

podemos confundir com o posicionamento da instituição, demonstrando que a posição do ministro é absurda como transparência.

O ponto-chave com relação ao IBAMA foi tentar compreender um pouco do processo de licenciamento ambiental, visto que ambos entrevistados consideram que se não fosse isso instrumento, a sociedade estaria em uma situação muito pior. Portanto, o instrumental EIA/RIMA traz benefícios para sociedade, e como toda política pública necessita de aperfeiçoamentos. Lembram que a Política Nacional de Segurança de Barragem (PSBN) é muito recente, constituindo uma clara tentativa de criação de medidas estruturantes no gerenciamento de risco e gestão de crises¹⁹⁶. Dito isso, informam que o descomissionamento e o plano de fechamento de mina ainda é algo que não possuem conhecimento, sem experiências empíricas.

Os diálogos com servidores da Agência Nacional de Mineração foram esclarecedores em vários pontos enquanto pensamos nas fragilidades das instituições, ou seja, nos limites do Estado. Os fundamentos técnicos, transmitidos e retransmitidos pelos servidores (experiência), dentro de um processo de constante aprendizado é consequentemente, fruto de melhores práticas, no entanto, isso é anulado na instituição (ANM). Há servidores altamente qualificados, com vasta experiência, compreendendo as principais falhas institucionais, mas por estarem longe do poder decisório da instituição, possuem suas vozes silenciadas. Ao longo da pesquisa foram apresentados diversos problemas instrumentais da ANM, com os mais diversos níveis de complexidade técnica, possíveis de serem executadas, mas longe da realidade organizacional. Muitos dos ordenamentos jurídicos criados pela ANM não servem para nada, por não conseguirem avaliar os riscos e vulnerabilidades dos projetos. Um bom exemplo são as críticas apresentadas para as metodologias do Dano Potencial Associado (DPA) e Categoria de Risco (CRI), além do mapa de risco, indicadores quantitativos e qualitativos, sistema operacional, SIGBM, fatores de segurança, PAEBM, e processos de fiscalização e arrecadação.

Na esfera estadual trabalhamos com servidores da SEDEME e SEMAS por estarem indiretamente envolvidos com a temática. Enquanto um órgão é mais dedicado à articulação econômica e social, o outro atua na área ambiental, sendo uma instituição de execução. Há uma crítica forte na forma de atuação do poder judiciário sobre a questão mineral, apertando do lado responsável pelo licenciamento e fiscalização estadual, afrouxando nos locais que fluem o dinheiro, como os municípios mineradores. Nenhum dos pilares da economia ecológica vem sendo trabalhados de maneira satisfatória pelo Estado, carecendo, porque não, de pesquisas de

¹⁹⁶ Ver no capítulo 4.5 - Gerenciamento de riscos: do chão de fábrica ao mercado financeiro, p. 314.

estrutura-conduta-desempenho¹⁹⁷ no que concerne a gestão pública, e por que não, análises institucionalistas/schumpeterianas¹⁹⁸, visando a inovação do Estado. Não podemos desconsiderar que ao se tratar de licenciamento ambiental, o Estado do Pará é um dos pioneiros a tornar obrigatório o plano de fechamento de mina, uma evolução em *devir* para se evitar as *rugosidades espaciais*. Um mecanismo importante nesse sentido é o Plano Diretor de Mineração (PDMi)¹⁹⁹ que se torna um elemento importante para as políticas públicas, ao associar aos Planos Diretores dos municípios.

Dialogamos com servidores (municipal) de três instituições, sendo: SEMMA, SICOM e Defesa Civil. Compreendemos que na esfera municipal as medidas estratégicas são realizadas por abordagens reativas²⁰⁰, no qual o operacional modifica substancialmente conforme cada gestão. Todas as instituições entrevistadas desconhecem documentações importantes relacionadas ao Projeto Salobo, visto que própria firma também nunca se prontificou compartilhar essas informações. Mesmo não sendo atribuição dessas instituições, são informações importantes para a gestão pública do município, visto que apesar da zona urbana estar distante do empreendimento, é afetada diretamente no caso da ruptura da barragem. Não há nesse sentido planos de ações e contingências por parte do município, impossibilitando um gerenciamento de crise, dando a sensação que a mineração voltou a ser uma *coisa de ninguém*²⁰¹. Entretanto, todos demonstram preocupação em *devir*, tentando compreender o que ficará após a mineração para o município, constituindo um debate incipiente da atual gestão.

Alguns dos entrevistados entraram, inclusive em pontos polêmicos, como a mineração em terras indígenas. O Projeto de Lei 191, enviado à câmara no dia 06 de fevereiro de 2020, autoriza a mineração em terras indígenas. Muitos são contrários a essa medida, outros favoráveis, mas algo que nos chamou a atenção se dá em duas extremidades. Em um dos extremos há uma crítica que o Estado não deveria deliberar para todos os povos indígenas a proibição da exploração mineral, pois existem povos indígenas favoráveis à mineração. O outro extremo é o Estado liberar a mineração em terras indígenas, indiscriminadamente, mesmo com povos que são contrários à mineração. Esse segundo ponto, a nosso ver, é o que representa a maior preocupação, por ser mais agressivo ao ambiente natural. Independente dos extremos, os direitos territoriais, o direito de livre consulta e a proibição do retrocesso ambiental devem ser

¹⁹⁷ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 329.

¹⁹⁸ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 329.

¹⁹⁹ Ver no capítulo 4.1 - Recursos minerais: a mineração no Brasil, seus royalties e desafios, p. 240.

²⁰⁰ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 331.

²⁰¹ Ver no capítulo 4.1 - Recursos minerais: a mineração no Brasil, seus royalties e desafios, p. 220.

a tônica, por ser a base constitucional. Curioso perceber que no decreto presidencial sobre a mineração em terras indígenas apresenta poder de veto para projetos de mineração artesanal (garimpos), mas não especifica nada sobre a mineração industrial. Será que empresas como a Vale S.A., conseguirão subjugar as decisões das populações contrárias a mineração? Contudo, entendemos com o exposto, a necessidade de limitadores, mas o próprio Estado amplia o modelo predatório de forma indiscriminada e irresponsável.

O Estado, independentemente da esfera (federal, estadual ou municipal) pode adotar algumas medidas para equacionar alguns elementos relacionados aos pilares da economia ecológica, vejamos: i) regulação direta, impostos pigouvianos, subsídios pigouvianos e licenças negociáveis²⁰²; e ii) diretrizes governamentais, normas técnicas, garantias financeiras, contabilização do passivo ambiental e seguro ambiental²⁰³. Resgatando os questionamentos de Daly e Farley (2016), o Estado, por intermédio de suas instituições, busca uma sinergia com os demais elementos espaciais, necessitando obter algumas respostas para três questões apontadas pelos autores, vejamos: i) quais fins desejamos? ii) quais recursos, limitados ou escassos, necessitamos para obter esses fins? iii) quais fins são prioritários e até que ponto deveríamos alocar recursos para eles?²⁰⁴

A busca por respostas, lembrando-se do *teorema da impossibilidade de Arrow*²⁰⁵, permite uma melhor alocação de recursos, cientes que não há uma forma perfeita para decisões sociais. Para se criar um novo modelo de desenvolvimento, de acordo com Tiezzi (1988), há uma necessidade de realizarmos a desconstrução de alguns mitos²⁰⁶. Neste seguimento, há possibilidades reais de economias fortes auxiliarem as economias fracas, utilizando alternativas de desenvolvimento sem crescimento econômico e sempre ciente da impossibilidade de controle total da tecnologia. O paradoxo de Easterlin²⁰⁷ compreende muito bem que há um limite para a felicidade baseada na riqueza e consumo conspícuo, esse paradoxo demonstra a necessidade de reordenação dos meios de produção que baseados na ciência e na natureza. Assim, o ser humano, como ser reflexivo, necessita de uma consciência de espécie, em outros termos, necessita também inferir respostas a problemas complexos e a equacionar a produtividade do capital com a produtividade do trabalho.

²⁰² Ver no capítulo 3.4 - Os pilares da economia ecológica pelos sistemas de ações e sistemas de objetos, p. 180.

²⁰³ Ver no capítulo 4.6 - Do plano de fechamento de mina à desengenharia dos complexos industriais, p. 351.

²⁰⁴ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 80.

²⁰⁵ Ver no capítulo 2.2 – Do macro ao micro: o mundo vazio e o mundo cheio, p. 82.

²⁰⁶ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 294.

²⁰⁷ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais, p. 135.

Por esse motivo a sociedade é o ator mais importante para quebra de paradigmas, afinal, é do espaço banal, mediante o *ordenamento do simbólico*, que ocorre a transformação, a mudança, a surpresa e a recusa; isso modela e remodela o mundo em *devir*. Observamos que a transformação social, sob as condições do mercado de trabalho vem criando processos de distanciamento entre os seres humanos, esses problemas têm por base a desigualdade social como fruto de um processo de socialização contraditório²⁰⁸. Assim, o retrato da sociedade moderna apresenta firmas mais poderosas do que os governos, esse retrato apresenta governantes tornando se, em sentido figurado, lacaios dos interesses privados (firmas).

No Brasil, mesmo em governos progressistas (2003-2016), a tônica do jogo foi agradar o mercado financeiro, o que gerou lucros recordes aos sistemas bancários, enquanto a população se endividou para adquirir bens de consumo. Uma constatação sobre esse evento consiste em pegar os nomes dos últimos ministros da fazenda e presidentes do Banco Central. De toda forma, a transformação e mudança emerge da sociedade, em sua luta para criar alternativas, quebrando paradigmas, afinal, uma ideia nova não se concretiza sem luta. Não diferente de outrora, o sistema político brasileiro se assemelha ao feudalismo, um feudalismo moderno, em que a realeza é o mercado e a nobreza, os políticos, que buscam agradar de todas as formas os detentores de poder e capital. Todo o restante da sociedade, de pequenos e médios empresários aos trabalhadores braçais acabam marginalizados nessa estrutura desigual, sustentando a crédito toda uma nova burguesia. Não há como negar uma afirmação das vertentes liberais, elas afirmam que o Estado brasileiro é uma espécie de Robin Hood às avessas, retirando dos pobres, dando aos ricos.

Tendo em vista um novo modelo mineral, temos dois movimentos sociais, (MAM e MAB) e o povo do Xikrin. Sabemos que a mineração, inevitavelmente é Estado, logo, há interesse em minerar por ser um produto que contribui para a balança comercial da Nação. Nesse sentido, os três poderes atuam de forma subserviente aos interesses econômicos, pois, infelizmente somos escravos do crescimento, do Produto Interno Bruto (PIB). Sendo assim, as ilusões do crescimento definem as eleições, visto que se um determinado governo não tiver bons resultados, tente a sair, mesmo apresentando boas políticas desenvolvimentistas. Essa escravidão cria outros problemas, pois governos que menosprezam totalmente questões ambientais e sociais apresentam bons indicadores de crescimento e por isso, tentam a todo custo permanecer no poder. Não obstante, a sociedade e o ambiente natural ficam à mercê da boa

²⁰⁸ Ver no capítulo 4.4 - A sociedade de risco como um problema oculto na totalidade espacial, p. 298.

vontade política de suas *funções e serviços ecossistêmicos* que não resultam na distribuição igualitária do benefício.

O Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM) tem como escopo de atuação, o debate sobre o atual modelo mineral e soluções para retomada da situação de dívida. Não se mostram contrários à mineração, eles (MAM) compreendem que os recursos minerais são indissociáveis da sociedade moderna, além de termos uma relação milenar com a mineração. Desse modo, o grande questionamento é a respeito do modelo adotado pelo Estado brasileiro que transforma uma dívida em maldição.

Além disso, o MAM busca um diálogo com todos os elementos espaciais, entretanto, as firmas nunca se dispuseram a debater o modelo mineral. É inegável que existem elites predatórias nos territórios, criando um processo de espoliação de riqueza e trabalho, algo a ser combatido. Dessa maneira, devemos resgatar dois pensamentos importantes apresentados pelos entrevistados sobre o modelo mineral na Amazônia: i) “se não pode conter o monstro, têm que conter pelo menos a fome do monstro”; e ii) “existe muita floresta sem gente e muita gente sem floresta”²⁰⁹. Em outras palavras, não deve ser a empresa-sujeito ao território-objeto, e sim o território-sujeito à indústria-objeto. Não são todos os territórios que a mineração pode avançar, visto que algumas populações podem ser contrárias a esses empreendimentos, e esse desejo deve ser respeitado. Além disso, nos territórios nos quais a mineração já atua, há uma elevada apropriação da natureza por parte das firmas, retirando dos indivíduos os serviços e funções ecossistêmicos providos pela floresta.

O Movimento dos Atingidos por Barragem (MAB) também nasce sobre a bandeira dos conflitos territoriais, principalmente no que tange os projetos hidrelétricos. Todavia, após o crime corporativo da Samarco S.A. (2015), ampliam sua pauta de atuação, por se virem no meio do caos causado pela barragem de rejeito. Não por acaso, a principal pauta do movimento consiste em direitos para os atingidos, por considerarem que após esse *ordenamento jurídico*, todo o *ordenamento técnico* tende a mudar, desde que se tenha fiscalizações preventivas e repressivas, fora do modelo de regulação fraca²¹⁰. Os entrevistados têm elevado receio das alterações estratégicas das mineradoras após o colapso do sistema mineiro. A Amazônia, por exemplo, principalmente a região no qual se encontra o Projeto Grande Carajás, a tendência é a sua intensificação com a finalidade de compensar os prejuízos do sistema sul e sudeste, no entanto, em contrapartida, os conflitos, as injustiças e os impactos socioambientais nos

²⁰⁹ Ver no capítulo 5.5 - A sociedade e seus movimentos sociais: resultados a partir das observações em campo, p. 495.

²¹⁰ Ver no capítulo 3.1 - Problemas socioambientais, a capacidade de suporte e os elementos espaciais. p. 147.

territórios tendem a crescer. Os movimentos sociais surgem devido a injustiças socioespaciais, os atingidos tornam-se especialistas sobre a temática que os perturba. O MAM e MAB representam as vozes importantes do espaço banal, eles, por viverem em zonas de conflito buscam alternativas políticas dentro dos *sistemas de ações* e dos *sistemas de objetos*. Não por acaso adicionamos ao modelo, o limite dos direitos humanos, por constituir na busca da satisfação da sociedade, pois, sem esse foco não há razão para a existência dessas atividades econômicas.

Ao pensarmos nos direitos humanos, torna-se necessário conhecer e exigir os direitos, além disso, respeitar, proteger e garantir esses direitos, cujo escopo é a igualdade elementar entre todos os humanos. Assim, se faz necessário processos, normas, padrões e princípios que garantam a participação e empoderamento da sociedade, a não descriminalização e igualdade de oportunidades, além da transparência e prestação de contas.

Os povos indígenas fecham os nossos levantamentos enquanto sociedade, por serem um componente espacial que historicamente sofre interferência das ações humanas “dos brancos” em seus territórios. O Projeto Salobo, em particular, como já se disse, desconsiderou por completo o componente indígena em seus estudos, motivo pelo qual há uma Ação Civil Pública impetrada pelos representantes dos povos Xikrin, cujo objetivo consiste na suspensão do licenciamento ambiental do projeto. Não se pode esperar que os povos indígenas (Xikrins) consigam novamente viver como seus antepassados, visto que seus territórios foram cortados pelos mais diversos empreendimentos e não há outros espaços para explorarem (*mundo cheio*); pois, a caça, a pesca e a colheita foi substancialmente prejudicada devido aos impactos oriundos das atividades econômicas nas proximidades dos territórios indígenas.

Esperamos que após todo conteúdo apresentado ao longo da pesquisa, no desafio de abarcar na noção da *totalidade espacial*, mas cientes da sua impossibilidade, esperamos ter alcançado o nosso objetivo central, servindo ao menos para aflorar o amplo debate sobre o modelo mineral. Assim, o modelo teórico proposto buscou condensar um amplo conhecimento já existente, o que permitiu ao pesquisador criar uma pequena releitura com base no objeto escolhido, no nosso caso, barragem de rejeito. Apesar desse elemento espacial (infraestrutura) ser o nosso foco inicial, ele é apenas um ponto do modelo espacial proposto, pois ele cria a necessidade de exploração dos diversos pontos alocados ao longo de sua estrutura. Esse foi o método utilizado no desafio de unir aqueles elementos soltos dos modelos convencionais, mas que sempre foram indissociáveis, pois derivam de categorias, noções e conceitos da economia, biologia, física, geografia, engenharia, sociologia, entre outras.

Percebemos assim a importância do Estado ao que se refere à segurança das barragens de rejeitos. Esperamos que essa simplificação da *totalidade espacial* possa contribuir com os avanços das políticas públicas, e, porque não, das estratégias organizacionais, com ambas orientadas no espaço banal²¹¹. Assim, utilizamos para compreender apenas um objeto, barragem de rejeitos, sob o risco do evento de rompimento, derivada do modelo mineral adotado, demonstrando robustez pela capacidade empírica e reflexiva.

Por esse motivo, consideramos que a nossa hipótese se confirma - a sociedade de risco mantém o elemento oculto da totalidade espacial.²¹² As informações relativas ao Projeto Salobo são desconhecidas por quase todos os atores entrevistados, que possuem ligação direta com a mineração, e alguns com o projeto. A sociedade representada pelos movimentos sociais e o povo indígena Xikrin afirmam desconhecerem os principais documentos relativos aos estudos do projeto. Mesmo aqueles que buscam informações, não conseguem, já que a empresa não apresenta diálogo real com as partes interessadas. Devemos destacar um ponto importante nesse momento, deixando claro que não é a sociedade que necessita buscar por informações, e sim o empreendedor que é obrigado a buscar e a repassar. Como os recursos minerais são bens da União, todo o processo necessita de transparência, de zelo para com um território, pois esse não o pertence. Diferente de outros segmentos produtivos, os canais de comunicação das empresas mineradoras devem ser abertos, dialogando e informando sobre suas ações, em tempo real, sem a necessidade de ordenamentos jurídicos. Assim, entendemos que essa é a visão ética, a longo prazo, que se espera das firmas, tornando se necessário, principalmente, a quebra de paradigmas.

O que mais nos surpreende é: nem mesmo as instituições do Estado possuem essas informações, visto que algumas não apresentaram proximidade com os tópicos levantados. Logo, o elemento espacial que necessita apresentar soluções em *devir*, as instituições do Estado, desconhecem os desdobramentos de um acidente desse nível, e mesmo aquelas que conhecem, são dominadas pelo modelo econômico vigente. Sem respostas no curto prazo, carecendo na busca pela compreensão do problema em sua totalidade espacial, não se torna possível à criação de instrumentos efetivos em *devir*. A falta de instrumental é a tônica de todas as instituições, permitindo a criação de *rugosidades espaciais* que criam e recriam passivos ambientais e os passivos do sofrimento social. Por essa razão, o Estado torna se o elemento central para

²¹¹ Ver no capítulo 1.3 - Objetivo, p. 36.

²¹² Ver no capítulo 1.4 - Hipótese, p. 36.

mudança de paradigma, desde que ouça atentamente as vozes do espaço banal, tornando possível um efeito transbordamento, por meio da soberania popular dos modelos minerários.

Hoje não há efetiva segurança com relação à barragem Mirim, apesar de vários norteadores demonstrarem que está segura. Com as informações coletadas ao longo da pesquisa, se tornou inconclusivo a forma que a empresa gerencia os riscos dessa infraestrutura, e também se o Estado utiliza de fundamentos técnicos adequados para a efetiva fiscalização. O DPA e o CRI não são, a nosso ver, métricas que garantam a tranquilidade para as populações, constituindo-se de um instrumental majoritariamente burocrático. Não obstante, após o crime corporativo da Samarco, tivemos o crime corporativo da Vale, e da forma como andam as coisas, a sociedade está aguardando os próximos. Os riscos financeiros e os riscos de reputação e *compliance* são compensados no médio prazo, com uma abundância, mas sem distribuição, e seu o fluxo entrópico, totalmente desconsiderado. Há nesse modelo trocas econômica e ecologicamente desiguais, sendo necessários mecanismos compensatórios, exigindo o cuidado permanente de toda a infraestrutura até sua desengenharia por parte das firmas.

Diante toda essa complexidade, o que se espera é que o Estado, a justiça e outros mecanismos de denúncia possam garantir o acesso a informações de modo a ter uma participação social que não discrimine. Além disso, como responsabilidade, o Estado deve regular, licenciar, fiscalizar e supervisionar os empreendimentos minerais.

Nesse caso, as empresas devem exercer a devida diligência, avaliando antecipadamente os riscos de suas atividades com relação a todos os elementos espaciais. Para tal, é necessário adotar medidas de prevenção adequadas, com mecanismos efetivos de denúncia, reparando os danos referentes aos passivos ambientais e passivos relacionados ao sofrimento social integralmente. Por fim, a sociedade civil deve estar bem informada e participar de consultas prévias, livres e informativas, baseadas na boa fé, o que seria o acesso completo a todos os estudos e relatórios referentes aos empreendimentos minerários.

Todo o ferramental apresentado ao longo desta tese auxilia na busca de uma nova sociedade, de um novo modelo mineral, por meio da perspectiva ética de longo prazo (*devir*). A base consiste no primado da biologia e da física, por representarem os maiores limitadores das atividades econômicas. Apesar da ecologia e entropia serem inexoráveis aos anseios dos seres humanos, o racionalismo produtivista deve ser remodelado, respeitando a vida dos outros e do ambiente natural. Não há justificativas para aceitarmos firmas poluidoras e torturadoras dos animais, que desperdiçam a natureza, e até mesmo centros de produção de armamentos, por

serem, todos, grandes geradores de externalidades negativas e consumidores de matéria e energia.

Em todos os tempos históricos os seres humanos tiveram que lutar por seus ideais, hoje não é diferente, e não há tempo a perder. No sistema capitalista a acumulação de capital é infinita, ilimitada, logo, é totalmente incompatível com a natureza (da biologia a física). Isso decorre de a economia não estar isolada no espaço geográfico, constituindo um pensamento abstrato, carregada de intencionalidades, incorrendo em custos não previstos, perpetuando a falácia da concretude deslocada²¹³.

REFERÊNCIAS

ABAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia** - 5ª edição - São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ACSELRAD, Henri. Mariana, Novembro de 2015: a genealogia política de um desastre. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil**. Marabá, PA: Editora Iguana, p. 155-175, 2018.

AÇÃO CIVIL PÚBLICA. Oliveira Lima Advogados Associados. nº 1000305-06.2018.4.01.3901, 2018.

ADAMS, John. **Risco**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

Agência Nacional das Águas (Brasil). **Relatório de Segurança de Barragens 2017** – Brasília: ANA, 2018.

ADORNO, Theodor. W. Progresso. **Lua Nova**, São Paulo, n. 27, p. 217-236, Dec. 1992.

ALBUQUERQUE FILHO, Luiz. Heleno. **Avaliação do comportamento geotécnico de barragens de rejeitos de minério de ferro através de ensaios de piezocone**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, UFOP, Ouro Preto, MG, 2004.

ALTVATER, Elmar. **O preço da riqueza**: pilhagem ambiental e a nova (des)ordem mundial. Tradução de Wolfgang Leo Maar. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

ALVES, F. Uma barragem nunca é segura. Ela apenas está segura. **Brasil Mineral**, ed. Jun. p. 20-23, 2015.

²¹³ Ver no capítulo 2.3 – As contribuições da termodinâmica ao pensamento econômico, p. 104.

ALVES, José Eustáquio Diniz. A encíclica Laudato Si: ecologia integral, gênero e ecologia profunda. **Dossiê: Relações de gênero e religião**. Horizonte, PUC-MG, Belo Horizonte, v. 13, n. 39, p.1315-1344, jul./set. 2015.

ANACLETO, Joaquim; ANACLETO, Alcinda. Sobre a primeira lei da termodinâmica. As diferenciais do calor e trabalho. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 2, p. 488-490, 2007.

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma economia dos ecossistemas. **Texto para discussão**, IE/Unicamp, n. 159, p. 1-23, 2009.

ARAÚJO, Cecília. Bhering de. **Contribuição ao Estudo do Comportamento de Barragens de Rejeito de Mineração de Ferro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

ARAÚJO, Juliana Cristina Elias. Risco de reputação e compliance. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). **Gestão de riscos no mercado financeiro**. São Paulo: Saraiva Educação, p. 229-253, 2018.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARÁ. **Comissão parlamentar de representação com finalidade de fiscalizar e vistoriar a situação das barragens e bacias de rejeitos da mineração existentes no Estado do Pará, riscos e impactos ambientais**. 2019. Disponível em: https://www.alepa.pa.gov.br/midias/midias/565_relatorio_barragens-2019.pdf. Acesso em: 20 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 10006**: Gestão da qualidade – diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO 31000:2018**. Gestão de Riscos – Diretrizes, 2018.

ATKINSON, Anthony B. **Desigualdade**: o que pode ser feito? São Paulo: LeYa, 2015.

ÁVILA, Joaquim Pimenta de. **Barragens de Rejeito no Brasil**. Rio de Janeiro: CBDB, 2012.

AYALA, Patryck de Araújo. Direito fundamental ao ambiente e a proibição de regresso nos níveis de proteção ambiental na constituição brasileira. IN: SENADO FEDERAL. **Princípio da proibição de retrocesso ambiental**. Senado Federal, Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle, Brasília/DF, p. 207-246, 2012.

AZAM, Shahig.; LI, Qiren. Tailings dam failures: A review of the last one hundred years. **Geotechnical News**, 28(4), p. 50-54, 2010.

BAER, Werner. **A economia brasileira**. 3º edição. São Paulo: Nobel, 2009.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Resolução n. 4.090**, de 24 de maio de 2012. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2012/pdf/res_4090_v1_O.pdf. Acesso em: 19 nov, 2019.

BANDURA, Albert. Selective activation and disengagement of moral control. **Journal of Social Issues**, 46(1), p. 27-46, 1990.

BANDURA, Albert. Social cognitive theory of moral thought and action. In W. M. Kurtines & J. L. Gewirtz (Eds.), **Handbook of moral behavior and development**. Vol. 1, p. 45-103. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 1991.

BANDURA, Albert.; CAPRARA, Gian-Vittorio.; ZSOLNAI, Laszlo. Corporate transgressions through moral disengagement. **Journal of Human Values**, 6(1), p. 57-64, 2000.

BARBOSA, F. A. R. et al. O desastre de Mariana e as suas consequências sociais, econômicas, políticas e ambientais: porque evoluir da abordagem de gestão dos recursos naturais para governança dos recursos naturais? In: FRANÇA, Adriana (Org.). **Arquivos do museu de história natural e jardim botânico**. UFMG: Belo Horizonte, v24, n.1/2. p. 159-182, 2015.

BARBOSA, Zulene Muniz.; RIBEIRO FILHO, Antero Carneiro. Novas formas de acumulação no espaço regional: mineração e trabalho precário no sudoeste do Maranhão. In: **Mineração, trabalho e conflitos amazônicos no sudeste do Pará**. CONGILIO, C (Org.); BEZERRA, R (Org.); MICHELOTTI, F (Org.). Marabá, PA: Iguana, p. 142-164, 2019.

BARCELOS, T. S.; FERREIRA, J; CAMARGO, P. O capital natural, antropoceno, os serviços e valores ecossistêmicos aplicados ao parque Estadual da Serra dos Martírios/Androinhas/PA. **Revista geografia acadêmica**, v.12, n.2, p. 55-73, 2018.

BARCELOS, Tiago Soares.; MOTA, Loyslène de Freitas. Barragens de rejeito mineral pelo prisma da economia ecológica: um ensaio teórico sob duas análises temporais. **Anais...**, XXI Semead – Seminários em Administração, 2018.

BARCELOS, T. S.; et al. The Mariana/MG tragedy and the valuation of ecosystem services in the area achieved. **RISUS – Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 10, n.3, p113-128., Set/Nov 2019.

BARCELOS, T. S; et al. Análise interdisciplinar da questão mineral e suas barragens de rejeito. **DRd – Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 9, 2019, p. 366-386.

BARCELOS, Tiago Soares.; DE OUTEIRO, Gabriel Moraes.; PINTO, Jax Nildo Aragão. A renda da terra: uma revisão bibliográfica pelo prisma da economia política. **Revista Contemporânea: produção intelectual em artigos e revistas**, v. 1, n. 2, p. 1-24, 2019.

BARCELOS, Tiago Soares. **A sociedade de risco, decrescimento e a valoração ecossistêmica da área afetada pela barragem em Brumadinho/MG**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em ciências econômicas) – Unicesumar, Maringá, 2019.

BATISTA JÚNIOR, Onofre Alves; MARINHO, Marina Soares. Do federalismo de cooperação ao federalismo canibal: a Lei Kandir e o desequilíbrio do pacto federativo. **Revista de informação legislativa: RIL**, v. 55, n. 217, p. 157-180, jan./mar. 2018.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2011.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R; HARPER, John L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 2007.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos deuses**: a fascinante história do risco. 13. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

BORGES, Maria Alice Guimarães. A compreensão da sociedade da informação. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 25-32, set./dez. 2000.

BOULDING, K. E. The economics of the coming space ship Earth. In: Jarett, H (ed.) *environmental quality in a growing economy*. Baltimore, MD: **Resources for the future**/Jonhs Hopkins University Press, 1966.

BRANCO, Pêrsio de Moraes. **Breve história da mineralogia brasileira**. Brasília: CPRM, 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Breve-Historia-da-Mineralogia-Brasileira-2566.html>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Salobo Metais S.A: plano de controle ambiental (PCA) – programa B – **sistema de gestão ambiental**. SBML-A-001-059.DOC, 2013.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Salobo Metais S.A: plano de controle ambiental (PCA) – programa F – **gestão de resíduos**. SBML-A-001-097.DOC, 2013.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Salobo Metais S.A: plano de controle ambiental (PCA) – Programa I – **controle de emergências ambientais**. SBML-A-001-058.DOC, 2013.

BRASIL, Eric Universo Rodrigues. **O novo código de mineração no Brasil**: uma análise econômica da compensação financeira sobre a exploração de recursos. Tese (doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei n. 12.334 de 20 de setembro de 2010**. Disponível em: <http://www.in.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2018.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. **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. Disponível em <http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Constituição de 1937**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1930-1939/constituicao-35093-10-novembro-1937-532849-publicacaooriginal-15246-pl.html>. Acesso em: 15 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1985 de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas). Brasília, DF, 1967. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Decreto-Lei/Del0227>. Acesso em: 15 dez. 2018.

BRASIL. DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). **Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens-de-mineracao>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. **Lei Federal 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em: 04 nov. 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília, DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm. Acesso em: 15 dez. 2018.

BRAZ, Douglas Dias; MAGNANI, Leonne Augusto Coelho. Decrescimento: uma revisão teórica e crítica. XII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, **Anais...** Uberlândia, p. 1-22, 2017.

BREALEY, Richard. A.; MYERS, Stewart. C.; ALLEN, Franklin. **Princípios de finanças corporativas**. Porto Alegre – 10 ed – AMHG, 2013.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Ignacy Sachs e a nave espacial Terra. **Revista de Economia Política**, vol. 33, nº 2 (131), pp. 360-366, abril-junho/2013.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos.; MARCONI, Nelson.; OREIRO, José Luís. **Neutralização da Doença holandesa**. In: Structuralist Development Macroeconomics a ser publicado. Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/papers-cursos/Cap.5-DutchDisease.pdf>. Acesso em: 22 set, 2019.

BRUNDTLAND, Relatório de. **Nosso Futuro Comum**. 2ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

BUENO, José Geraldo Romanello; DELPUPO, Michely Vagas. Responsabilidade civil pelo dano decorrente do rompimento de barragem. **Revista Quaestio Juris**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 2135-2168, 2017.

BVP, Engenharia. **Barragem de rejeitos do Salobo B1010**: memorial descritivo. N° Vale: MD-9002SA-X-70000, PE-G-606_rev13, 2016.

BVP, Engenharia. **Projeto executivo da barragem de rejeitos do Mirim**: geotecnia, hidrologia, hidráulica e estrutural – memória de cálculo. N° Vale: MC-9002SA-G-00001, 2017a.

BVP, Engenharia. **Projeto executivo da barragem de rejeitos do Mirim**: manual de operação e carta de risco. N° Vale: MO-9002SA-X-00001, 2017b.

BVP, Engenharia. **Revisão periódica de segurança de barragem**: análise de estabilidade. N° Vale: RL-9002SA-X-70079, 2019b.

BVP, Engenharia. **Revisão periódica de segurança**: plano de ação de emergência. N° Vale: RL-9002SA-X-70080, 2019a.

CALIL, Luís Fernando Peres. **Metodologia para gerenciamento de risco**: foco na segurança e na continuidade. Tese de doutorado em Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2009.

CALIXTO, Eduardo. Uma metodologia para gerenciamento de risco em empreendimentos: um estudo de caso na indústria de petróleo. Artigo. XVI ENEGEP – **Anais...** Fortaleza, p. 1-17, 2006.

CAMÊRA DOS DEPUTADOS. **Comissão parlamentar de inquérito**: rompimento da barragem de Brumadinho – relatório final da CPI, 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/comissoes/cpi/cpibruma/RelatorioFinal.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2019.

CÁNEPA, Eugenio Miguel. Economia da Poluição. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 79-98, 2010.

CANTO, Otávio do. **Mineração na Amazônia**: assimetria, território e conflito social. Belém, PA. NUMA/UFPA, 2016.

CARDOZO, F.A.C; PIMENTA, M.M; ZINGANO, A.C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração: uma revisão. **Revista Holos**, ano 32, vol. 08, pág.: 77-85; 2016.

CARLOS, ANA FANI ALESSANDRI. **A condição espacial**. São Paulo: Contexto, 2018.

CARVALHO, Edgar Assis. A Ecologia do conhecimento: uma nova paradigmatologia. **Perspectivas**, São Paulo, 15: p. 95-105. 1992.

CARVALHO, José Murilo de. **A escola de minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/7j8bc/pdf/carvalho-9788579820052.pdf>. Acesso em: 10 de jul. 2019.

CARVALHO, Paulo Gonzaga Mibielli; BARCELLOS, Frederico Cavadas. Mensurando a sustentabilidade. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 99-132, 2010.

CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; NALINI JÚNIOR, Hermínio Arias; LIMA; Hernani Mota de. **Entendendo a mineração no quadrilátero ferrífero**. Belo Horizonte: Ecológico, 2011.

CASTRO, Reginaldo; FARRICOLI, Laércio. **Segunda lei da termodinâmica: um estudo de seu entendimento por professores de ensino médio**, 2012.

CAVALCANTI, Clóvis. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos avançados** 24 (68), p. 53-67, 2010.

CAVALCANTI, Clovis. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem econômica ecológica. **Estudos avançados** 26 (74), p. 35-50, 2012.

CAVALCANTI, Clóvis. Economia ecológica: uma possível referência para o desenho de sistemas humanos realmente sustentáveis. **Redes** - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, maio-agosto, p. 56-69 2017.

CECHIN, Andrei Domingues. **Georgescu-Roegen e o desenvolvimento sustentável: diálogo ou anátema**. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CECHIN, Andrei Domingues; VEIGA, José Eli da. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 33-48, 2010a.

CECHIN, Andrei Domingues; VEIGA, José Eli da. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Rev. Econ. Polit.**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 438-454, 2010b.

CECHIN, Andrei; PACINI, Henrique. Economia verde: por que o otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 121-135, 2012.

CEPAL. **Recursos naturais na união das Nações Sul Americanas (UNASUR)**: situação e tendência para uma agenda de desenvolvimento regional. Santiago, Chile, 2013. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/3118-recursos-naturais-uniao-nacoes-sul-americanas-unasul-situacao-tendencias-agenda>. Acesso: 12 de abr. 2019.

CHAMMAS, R. **Barragens de Contenção de Rejeitos**. Curso de Especialização em Engenharia de Barragens (CEEb), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, 1989.

COELHO, T. P; MILANEZ, B; PINTO, R. G. A empresa, o estado e a comunidade. In: Trocate, C (Org.) e Zonta, C (Org.). **A questão mineral no Brasil. Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton**. Marabá, PA. Editorial Iguana, 2016.

COELHO, Tádzio Peters. A superexploração da força de trabalho em Carajás. CONGILIO, C (Org.); BEZERRA, R (Org.); MICHELOTTI, F (Org.). In: **Mineração, trabalho e conflitos amazônicos no sudeste do Pará**. Marabá, PA: Iguana, 2019, p. 142 – 164.

COELHO, Tádzio Peters. **Projeto Grande Carajás**: trinta anos de desenvolvimento frustrado. ZONTA, Márcio (Org.); TROCATE, Charles (Org.) – Marabá, PA: Editorial iGuana, 2015.

COMPARATO, Fábio Konder. **A afirmação histórica dos direitos humanos**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2004.

CONDIE, Kent. C. **Earth as na evolving planetary system**. Elsevier, 2005.

COSO, **Internal control** – integrated framework, 1992. Disponível em: www.coso.org. Acesso em: 19 nov, 2019.

COSTA, Beatriz Souza; SANTIAGO, Mariana Ribeiro. Direito e Sustentabilidade: da vulnerabilidade à sustentabilidade. XXIV Congresso Nacional do CONPEDI, UFMG/FUMEC/DOM HELDER CÂMARA, **Anais...** Belo Horizonte, 2015.

COSTA, Eduardo José Monteiro da.; ZURUTUZA, José Dias de Carvalho.; SILVA, Tatiane Vianna da. **A lei Kandir e a derrocada do federalismo brasileiro**. Belém, PA: Marques Editora, 2017.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158, 2014.

COSTANZA, R.; et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, 1997. Vol. 387: 253-260.

CRUZ, Murillo. Thorstein Veblen - **O teórico da economia moderna**: teoria econômica, psique e estética da ordem patriarcal. 1ª Edição. CRA. 637.547; Livro 1225; Folha 242, 2014.

CVRD, Companhia Vale do Rio Doce. **Estudo de impacto ambiental**: projeto cobre salobo. 10-510-Ejpe-006, 1990.

DALY, Herman. On economics as a life Science. **Journal of Political Economy**, Vol. 76, No. 3 May - Jun. p. 392-406, 1968.

DALY, H. E; COOB, J.B. **For the common good**: redirecting the economy towards community, the environment, and a sustainable future. Boston: Beacon Press, 1989.

DALY, Herman. **Beyond growth**. Boston, EUA: Beacon Press, 1996.

DALY, Herman. E. Sustainable Development - Definitions, Principles, Policies. In: KEINER, M. (Ed.). **The Future of Sustainability**. Dordrecht: Springer; 2004. p.39-53.

DALY, Herman. **Ecological Economics and Sustainable Development**: Selected Essays of Herman Daly. USA: Edward Elgar. 2007.

DALY, Herman; FARLEY, Joshua. **Economia ecológica**. São Paulo: Annablume Cidadania e Meio Ambiente, 2016.

DAVIES, Michael.; MARTIN, Todd. Mining Market Cycles and Tailings Dam Incidents. In: **13th International Conference on Tailings and Mine Waste**, Banff, AB, 2009. Disponível em: <https://docplayer.net/14797608-Mining-market-cycles-and-tailings-dam-incidents.html>. Acesso: 17 de out, 2018.

DE GROOT, R.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics** 41, p. 393-408, 2002.

DENARDIN, Valdir F. SULZBACH, Mayra T. **Capital natural crítico**: a operacionalização de um conceito. 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/18250651-Capital-natural-critico-a-operacionalizacao-de-um-conceito.html> .. Acesso: 18 de out, 2018.

DNPM, **Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens-de-mineracao>...Acesso: 18 de out, 2018.

DOS SANTOS, R. S. P; MILANEZ, B. A construção do desastre e a 'privatização' da regulação mineral: reflexões a partir do caso do Vale do Rio Doce. In: ZONTA, M (Org.); TROCATE, C (Org.). **Antes a fosse mais leve a carga**: introdução aos argumentos e

recomendações referente ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton – Marabá/PA: Editora IGuana, p. 87-138, 2016.

DUARTE, Anderson. Pires. **Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de Minas Gerais em relação ao potencial de risco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2008.

EL PAIS. **A guerra entre a Vale e a Tüv Süd pela responsabilidade da tragédia de Brumadinho**. 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/21/politica/1550770949_599589.html. Acesso em: 17 dez. 2019.

ELTON, E. J. et al. **Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2012.

ENRIQUEZ, M. A. R. S. **Maldição ou Dádiva?** Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

ENRIQUEZ, Maria Amélia. Economia dos recursos naturais. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 49-78, 2010.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos**: a terra ou a morte: problemas da nova ecologia. São Paulo: Nobel, 1988.

ESTADO DE MINAS. **Rompimento de dique construído com material de segunda ameaça a recuperação ambiental no Rio Doce**. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/07/21/interna_gerais,1071226/rompimento-de-dique-construido-com-material-de-segunda-ameaca-recupera.shtml?utm_source=onesignal&utm_medium=push&fbclid=IwAR3SWyZCTk2L67y7Riub62T7c4qrAtgNQAm2kmGgc61lzTpcuAtDi92QrRI. Acesso: 23 de ago. 2019.

ESTON, S. M. d. A tragédia na mineradora em Mariana e os impactos ambientais/Entrevistador: M. Waldvogel. **Entre Aspas** (11/11/2015), 2015.

FERRACIOLI, L. O conceito de Energia e a Educação Ambiental, **Caderno Modelab 11** (Publicação Interna), p. 2-7, 2001.

FRANK, Franciele Aparecida da Silva. **A natureza jurídica da compensação financeira dos recursos minerais – CFEM**. 2015. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/42836/a-natureza-juridica-da-compensacao-financeira-pela-exploracao-dos-recursos-minerais-cfem>. Acesso: 23 de ago. 2019.

FOLADORI, Guillermo. Resenha de: Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. **Ambiente & Sociedade**, vol. V, núm. 10, 2002.

FONSECA, Alberto de Freitas Castro. **Controle e uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Núcleo de pesquisas em recursos hídricos – Pró-Água. Programa de pós-graduação em engenharia ambiental. 2004.

FURTADO, Celso. **O mito do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FURTADO, Celso. O subdesenvolvimento revisitado. **Economia e Sociedade**, Unicamp, v. 1, n. 1, p. 5-19, ago, 1992.

FRANCA, Paulo. **Gestão de Segurança em Barragens de Mineração**. FIEMG, Nov: 2014.

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

GALVÃO, Alexandre.; FLEURIET, Michel. Riscos de mercado. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). **Gestão de riscos no mercado financeiro**. São Paulo: Saraiva Educação, p. 51-96, 2018.

GARCIA, Júnior Ruiz; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. O papel da modelagem econômico-ecológica na gestão integrada dos ecossistemas. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia** (Anpege), V.10, n.14, jul-dez. p.131-153, 2014.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **The entropy law and the economic process**. Cambridge, Mass., EUA: Harvard University Press, 1971.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **O decrescimento: entropia, ecologia e economia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. Prefácio. In: GRINEVALD, Jacques; RENS, Ivo. **O decrescimento: entropia, ecologia e economia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. The entropy law and the economic problem. In DALY, Herman (Org.). **Economics, Ecology, Ethics. Essays toward a Steady-State Economy**. São Francisco: Freeman, p. 48-60, 1980.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GODOY, Arilda Schmidt. Estudo de caso qualitativo. In: GODOY, Christiane; MELLO, Rodrigo. SILVA; Anielson (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos**. 2º ed. São Paulo: Saraiva: 2010.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Estudo ambiental do projeto Salobo escala 24 MTPA**: diagnóstico ambiental, volume I, II, III, IV e V. RT-039-5130-1310-0058-00-B, 2004.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Prognóstico com identificação e avaliação dos impactos ambientais**. RT-039-5130-1310-0073-02-J, 2006a.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Relatório de impacto ambiental (RIMA)**. RT-039-5130-1310-0075-02-J, 2006b.

GOMIDE, Carolina Siqueira; COELHO, Tazdso Peters; TROCATE, Charles; MILANEZ, Bruno; WANDERLEY, Luiz Jardim de Moraes. **Dicionário crítico da mineração**. Marabá, PA; IGuana, 2018.

GOODE, W.J e HATT, P.L. **Métodos em pesquisa social**. 2º ed. São Paulo: Nacional, 1968.

GOTELLI, Nicholas J. **Ecologia**. 4º edição, Editora Planta, 2009.

GOULART, Clayton Peixoto.; PINHEIRO, Juliano Lima. Risco operacional. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). **Gestão de riscos no mercado financeiro**. São Paulo: Saraiva Educação, p. 195-225, 2018.

GUDYNAS, E. “Extractivismos en America del Sur: conceptos y sus efectos derrame”. In: A. Zhouri; P. Bolados; E. CASTRO. **Mineração na América do Sul**: neoextrativismo e lutas territoriais. São Paulo: Annablume. pp. 23-43, 2016.

HADDAD, Paulo. **Economia ecológica e ecologia integral**. Edição Kindle. Amazon, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos da física**: gravitação, ondas e termodinâmica. São Paulo/SP; 9º edição; LTC, 2012.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. L&PM Editores, São Paulo/SP, 2015.

HEILBRONER, Robert L. **A história do pensamento econômico**. Ed. Nova Cultural. São Paulo: 1996.

HERCULANO, Selene. Lá como cá: conflito, injustiça e racismo ambiental. **Anais... I Seminário Cearense contra o Racismo Ambiental**, 2006.

HOGAN, Daniel J. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. **Lua Nova** n. 31, p 57-77, 1993.

HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources. **Journal of Political Economy**, [s.n], v. 39, n. 1, p. 137 - 175, 1931.

HUNT, E. K. **História do pensamento econômico**: uma perspectiva crítica. 3º ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **A indústria da mineração para o desenvolvimento do Brasil e promoção da qualidade de vida do brasileiro**. Brasília, 2014.

IBAMA. **Relatório Acidentes Ambientais 2016**. Brasília: IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2016.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Gestão de manejo de rejeitos da mineração**. Brasília: IBRAM, 2016.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de boas práticas**: gestão de barragens e estruturas de disposição de rejeito. Brasília/DF, 2019.

IBRAM. **Estatuto social**. 2018. Disponível em: http://portaldaminerao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2017/05/novo-estatuto-social-do-ibram-10-maio_-2018.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

JAAKKO POYRY ENGENHARIA. **Projeto Cobre Salobo**: estudo de impacto ambiental – EIA, volume 1, caracterização do empreendimento. 12-203-Ejpe-1801, JP Engenharia, 1995.

JÚNIOR, Marsis Cabral; OBATA, Oswaldo Riuma; SINTONI, Ayrton. Diretrizes para gestão municipal. In: TANNO, Luiz Carlos (Org.); SINTONI, Ayrton. **Mineração e Municípios**: bases para o planejamento e gestão de recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), p. 37-60, 2003.

KAERCHER, Adi Regina.; DA LUZ, Daniel Fonseca. **Gerenciamento de riscos**: do ponto de vista da gestão de produção. Rio de Janeiro: Interciência, 2017.

KATES, R. W. et al. Sustainability Science. **Science**, v. 292, n. 5517, p. 641- 642, 2001.

KRAJEWSKI, Lee. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KUPFER, David.; HASENCLEVER, Lia. **Economia Industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LACERDA, Antônio Corrêa de (Org.); et al. **Economia brasileira**. 5º edição. São Paulo: Saraiva, 2013.

LAUDA-RODRIGUEZ, Zenaida Luisa.; RIBEIRO, Wagner Costa. Risco, princípio da precaução e justiça ambiental em conflitos por mineração. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 51, p. 154-179, agosto 2019.

LEFF, Enri. Economia ecológica e ecologia produtiva. In: LEFF, Enri. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 42-55, 2001.

LIMA, Gilberto Tadeu. Naturalizando o capital, capitalizando a natureza: o conceito de capital natural no desenvolvimento sustentável. **Texto para discussão**. EI/UNICAMP, n. 74, jun. p. 1- 24, 1999.

LIMA, Sérgio Ferraz. **Introdução ao conceito de sustentabilidade**: introdução e prática. Cadernos da escola de negócios. Vol.4 Nº 4 – jan/dez 2006.

LOPES, Rafael Tadeu Rodrigues. **Mineração e desenvolvimento**: uma análise da maldição dos recursos naturais para os estados brasileiros. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, SP, 2013.

LOSEKANN, Cristina. “Não foi acidente!” O lugar das emoções na mobilização dos afetados pela ruptura da barragem de rejeitos da mineradora Samarco no Brasil. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência** – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil. Marabá, PA: Editora Iguana, p. 65-110, 2018.

LOYOLA, R. A economia ambiental e a economia ecológica: uma discussão teórica. **Anais...** do II Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. São Paulo/ SP, 1997.

LOZANO, Fernando Arturo Erazo. **Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica), Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações, USP, São Paulo, 2006.

LUINO, F; DE GRAFF, J. V. The Stava mudflow of 19 July 1985 (Northern Italy): a disaster that effective regulation might have prevented. **Natural hazard and earth system sciences**, vol. 12, p. 1029-1044, 2012.

LUSTOSA, Maria Célia Junqueira.; CÁNEPA, Eugênio Miguel; YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. Política ambiental. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 163-180, 2010.

LUZ, A. B. Da; LINS, F. A. F. **Introdução ao tratamento de minério**. CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. Edição do Livro de Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro: 2004.

LUKÁCS, Gyorgy. **Para uma Ontologia do Ser Social**, cap. 3: A verdadeira e a Falsa Ontologia de Hegel. Trad. Carlos Nelson Coutinho. SP: Editora Ciências Humanas, 1979.

MAC. **A guide to the management of tailings facilities**. Third Edition, 2017.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 12º Ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2013.

MACHADO, William Gladstone de Freitas. **Monitoramento de barragens de contenção de rejeitos da mineração**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, 2007.

MANKIW, Gregory. **Introdução a economia**. São Paulo: Cengage, 2009.

MANSUR, M; et al. Antes a fosse mais leve a carga: introdução aos argumentos e recomendações referente ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. In: ZONTA, M (Org.); TROCATE, C (Org.). **Antes a fosse mais leve a carga: introdução aos argumentos e recomendações referente ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton – Marabá/PA**: Editora IGuana, p. 17-50, 2016.

MARSHALL, Alfred. **Princípios da Economia**. Ed. Nova Cultural. São Paulo: 1996.

MARTÍNEZ, J.M., PÉREZ, B. A. Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica, **Enseñanza de Las Ciencias**, n.15(3), p. 287-300, 1997.

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

MARTÍNEZ, J.M. **Economia ecológica**. International encyclopedia of the social and behavioral science. Tradução: Joseph S. Weiss e Clóvis Cavalcanti, 2015.

MASSAD, Façal. **Obras de Terra: Curso Básico de Geotecnia**; São Paulo, Oficina de Textos, 2010.

MAX-LEFF, M. Economic growth and quality of life: a threshold hypothesis. **Ecological Economics**, n. 15: 115-118, 1995.

MAY, Peter H. Avaliação integrada da economia do meio ambiente: propostas conceituais e metodológicas. In ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip; LEONARDI, Maria Lucia Azevedo (Org.). **Economia do meio ambiente**: Ed. Saraiva. São Paulo: 2012.

MEBRATU, D. Sustainability and Sustainable Development: Historical and Conceptual Review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 18, p. 493-520, 1998.

MEDEIROS, Cíntia Rodrigues de Oliveira.; SILVEIRA, Rafael Alcadipani da.; OLIVEIRA, Luciano Batista de. Mitos no desengajamento moral: retóricas da Samarco em um crime corporativo. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, art. 4, 2018, p. 70-91.

MELLO, Allan Yuiwama; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Importância da escala para a valoração dos serviços ecossistêmicos. V encontro nacional da Annpas. **Anais...** Florianopolis, SC. 2010.

MELLO, Rodrigo Bandeira; CUNHA; C.J.C.A. Grouded theory. In: GODOI, Christiane; MELLO, Rodrigo. SILVA; Anielson (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais**: Paradigmas, Estratégias e Métodos. 2º ed. São Paulo: Saraiva: 2010.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista economia e desenvolvimento**, nº 16, p. 22-41, 2004.

MILANEZ, B; SANTOS, R dos; MANSUR, M. S. A firma e suas estratégias corporativas no pós boom das commodities. In: ZONTA, M (Org.); TROCATE, C (Org.). **Antes a fosse mais leve a carga**: introdução aos argumentos e recomendações referente ao desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton – Marabá/PA: Editora IGUANA, p. 51-86, 2016.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosyste mand human well-being**: synthesis. Washington, D.C.: Island Press, 2005.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Relação anual de informações sociais**: sumário executivo, 2018. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/rais>. Acesso em: 21 de set. 2019.

MINTZBERG, Henry.; AHLSTRAND, Bruce.; LAMPEL, Joseph. **Safári de estratégia**: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MOLINARO, Carlos Alberto. Interdição da retrogradação ambiental. IN: SENADO FEDERAL. **Princípio da proibição de retrocesso ambiental**. Senado Federal, Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle, Brasília/DF, 2012, p. 73-120.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável. **Textos de economia**, Florianópolis, v4, n1, p.131-142, 1993.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável**. Tese de Doutorado (Ciências Humanas/Sociedade e Meio Ambiente). Florianopolis, UFSC, 1999.

MORAES, Orizimbo José de Moraes. **Economia Ambiental**: instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Centauro, 2009.

MORAES, S. L. de; MOTTA, F. G; MASSOLA, C. P; SACCOCCIO, E. M; JÚNIOR, M. C. Rejeitos de Mineração: um olhar do cenário brasileiro – Parte I: Cadeia Produtiva, p. 228-240. In: **18º Simpósio de Mineração**, São Paulo, 2017.

MOTA, Kevin Reiny Rocha. **Rompimento hipotético e delimitação da área inundada da barragem Salto Moraes em Ituiutaba/MG**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2017.

MOTA, Loyslene de Freitas.; BARCELOS, Tiago Soares. A questão mineral e os índices do IDH-M e GINI nos Estados do Pará e Minas Gerais: uma abordagem comparativa. **Revista Gestão e Desenvolvimento**. v. 2, n. 2, p. 19-35, jul-dez/2018.

NERI, Ana Cláudia. **Tratamento de incertezas no plano do fechamento de mina**. Tese de Doutorado. Departamento de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

NOSSA HISTÓRIA. Brasil: Vale, 2012. 1 DVD (26 min): son., color.

ODUM, Eugene P; BARRETT, Gary W. **Fundamentos em ecologia**. 5º edição, Cengage Learning, 2015.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico**: conceitos, metodologia e práticas. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, José Bernardo Vasconcelos Rodrigues de. **Manual de operação de barragens de contenção de rejeitos como requisito essencial ao gerenciamento dos rejeitos e à segurança de barragens**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas, 2010.

OLIVEIRA, Virgínia Izabel de.; FLEURIET, Michel. Riscos de liquidez. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). **Gestão de riscos no mercado financeiro**. São Paulo: Saraiva Educação, p. 99-126, 2018.

OLIVEIRA, Virgínia Izabel de.; PINHEIRO, Juliano Lima. Riscos financeiros. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). **Gestão de riscos no mercado financeiro**. São Paulo: Saraiva Educação, p. 29-48, 2018.

OUTEIRO, Gabriel Moraes; NASCIMENTO, Durbens Martins. Direito humano à moradia e a regularização fundiária na Amazônia: limites e possibilidades. **Pensar**, Fortaleza, v. 21, n. 2, maio./ago, p. 507-533, 2016.

PADILHA, Normal Sueli. **Fundamentos constitucionais do direito ambiental brasileiro**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

PÁDUA, Antônio Brás; et al. Termodinâmica clássica ou termodinâmica de equilíbrio: aspectos conceituais básicos. **Ciências Exatas e da Terra**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 57-84, jan/jun. 2008.

PINDYCK, Robert. S.; RUBINFELD, Daniel. L. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

PNDU. Atlas: **Mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração**. Brasília, Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/atlas--mapeando-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-na-m.html>. Acesso: 12 de abr. 2019.

POLANYI, Karl. **A grande transformação: as origens de nossa época** – 2º ed – Rio de Janeiro: Campus, 2000.

POMPEU, Ulisses. **MPF chancela ação em favor de comunidades indígenas ao redor do Salobo**. 2019. Disponível em: <https://correiodecarajas.com.br/mpf-chancela-acao-em-favor-de-comunidades-indigenas-ao-redor-do-salobo/>. Acesso em: 21 dez. 2019.

PORTANOVA, Rogério. Direitos humanos e meio ambiente: uma revolução de paradigma para o século XXI. **Revista de Antropologia**, v.7, nº 1,2, p. 56-72 - 2005.

PORTELLA, R. B; et al. Passivo ambiental: o ciclo de vida da planta industrial e a desengenharia. In.: **Anais... I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Salvador, Bahia, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/559514/PASSIVO_AMBIENTAL_O_CICLO_DE_VIDA_DA_PLANTA_INDUSTRIAL_EA_DESENGENHARIA. Acesso em: 04 out, 2019.

PMBOK. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. Tradução oficial para o português do PMBOK® (Project Management Body of Knowledge) Guide. PMI, 2013.

PUPPI, Ubaldo. O trágico: experiência e conceito. **Revista trans/form/ação**, 41-50, São Paulo, 1981.

RAMOS-MARTINS, Jesus. Economía biofísica: El flujo metabólico y otros conceptos procedentes de la ecología y la termodinámica ayudan a valorar si un sistema económico es o no viable. **Investigación y Ciencia**, p. 68-75, jun. 2012.

REZENDE, Elcio.; CORDEIRO E SILVA, Victor Vartuli. De Mariana a Brumadinho: a efetividade da responsabilidade civil ambiental para a adoção das medidas de evacuação. **Revista do Direito**. Santa Cruz do Sul, v. 1, n. 57, p.160-181, 2019.

RIBEIRO JÚNIOR, Amaury. **A privatária tucana**. São Paulo: Geração editorial, 2011.

RIBEIRO, Luís. Fernando. Martins. **Simulação física do processo de formação dos aterros hidráulicos aplicados a barragens de rejeitos**. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2000.

RIBEIRO, Wagner Costa. Geografia política e gestão internacional dos recursos naturais. **Estudos avançados**, 24 (68), 2010a.

RIBEIRO, Wagner Costa. Teorias socioambientais: em busca de uma nova sociedade. **Estudos avançados**, 24 (68), 2010b.

RIBEIRO, Wagner Costa. Justiça espacial e justiça socioambiental: uma primeira aproximação. **Estudos avançados**, 31 (89), 2017.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação**. Editora nova cultura; São Paulo – SP, 1996.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RIGOTTO, Raquel. Conhecimento em disputa no conflito ambiental em torno da mineração de urânio e fosfato no Ceará – Brasil. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência** – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil. Marabá, PA: Editora Iguana, p. 221-258, 2018.

RIO+20, Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável. **Declaração final da conferência das nações unidas sobre o desenvolvimento sustentável** (RIO + 20): O futuro que queremos. Disponível em: <https://riomais20sc.ufsc.br/files/2012/07/CNUDS-vers%C3%A3o-portugu%C3%AAs-COMIT%C3%8A-Pronto1.pdf>. Acesso em: 22 set, 2019.

ROBBINS, Lionel. **Um ensaio sobre a natureza e a importância da ciência econômica**. Ed. Saraiva. São Paulo: 2012.

ROBERTSON, A. Challenges & Solutions Beyond Incremental Changes. In: **Tailings and Mine Waste**, Vancouver, BC, 2011.

RODRIGUES, Alexandre de Cássio; RODRIGUES, Suzana Braga. Riqueza mineral, instituições fracas e clientelismo: a maldição dos recursos naturais nos governos locais. **Revista de contabilidade e organizações**, v. 13, e:153089, p.1-21, 2019.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 3-32, 2010.

ROSS, M. L. What have we learned about the resource curse? **Annual Review of Political Science**, 18, 239- 259. 2015.

SABBO, Gabriela Rodrigues.; ASSIS, Milena Maria Graciano.; BERTERQUINI, Aline Botini Tavares. **Revista Engenharia em Ação**. UniToledo, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 3-15, jan./ago. 2017.

SACHS, Ignacy. **A Terceira Margem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento** – incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para o Século XXI** - Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo: Nobel/Fundap, 1993.

SACHS, Ignacy. **Rumo À ecossocioeconomia**: teoria e prática do desenvolvimento. Cortez editor, São Paulo - SP, 2006.

SAES, Beatriz Macchione, **Comércio ecologicamente desigual no século XXI**: evidências a partir da inserção brasileira no mercado internacional de minério de ferro. Tese de doutoramento – Campinas, SP: 2017.

SALET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Notas sobre a proibição de retrocesso em matéria (sócio) ambiental. IN: SENADO FEDERAL. **Princípio da proibição de retrocesso ambiental**. Senado Federal, Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle, Brasília/DF, 2012, p. 121-206.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2001.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Plano para fechamento prematuro de minas. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, 64(1), jan . mar. p. 117-124, 2011.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina** / L.E. Sánchez, S.S. Silva-Sánchez, A.C. Neri. -- 1.ed. -- Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 2013.

SÁNCHEZ, L.E., Alger, K., Alonso, L., Barbosa, F., Brito, M.C.W., Laureano, F.V., May, P., Roeser, H., Kakabadse, Y. **Os impactos do rompimento da Barragem de Fundão**. O caminho para uma mitigação sustentável e resiliente. Relatório Temático no 1 do Painel do Rio Doce. Gland, Suíça: UICN, 2018.

SANT'ANA JR, H. A de; ALVES, E. J. P. Mina-ferrovia-porto: no fim da linha, uma cidade em questão. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência** – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil. Marabá, PA: Editora Iguana, p.259-297, 2018.

SANTOS, J. Brito dos; FRANÇA, M. J.; ALMEIDA, A. Betâmio de. Risco associado à ruptura por galgamento de barragens de aterro. **Ingenieria del Agua**, Córdoba, v. 14, n. 4, p.260-278, maio 2007.

SANTOS, Marilene Ramos M. O princípio do poluidor-pagador e a gestão dos recursos hídricos: a experiência brasileira. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.333-352, 2010.

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço**. 4º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2017.

SANTOS, Milton. **Economia Espacial: Críticas e Alternativas**. 2º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2014(b).

SANTOS, Milton. **Espaço e Método**. 5º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2014(a).

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica**. 6º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2012.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo**. 5º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2013.

SANTOS, R.S.P; MILANEZ, B. A construção do desastre e a “privatização” da regulação mineral: reflexões a partir do caso do Rio Doce. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração, violências e resistências: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil**. Marabá, PA. Editorial Iguana, p.111-154, 2018.

SANTOS; Rodrigo S. P. dos; WANDERLEY, Luiz Jardim. Dependência de barragens, alternativas tecnológicas e a inação do Estado: repercussões sobre o monitoramento de barragens e o licenciamento do fundão. In: ZONTA, C (Org.); TROCATE, C (Org.). **Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton**. Marabá, PA. Editorial Iguana, p. 87-138, 2016.

SCILIAR, Cláudio. **Geopolítica das minas do Brasil**. Rio de Janeiro: Revan, 1996.

SETE, Soluções e Tecnologias Ambientais. **Plano de controle ambiental (PCA): ampliação da atividade de beneficiamento de minério da mina de Salobo**. STE-CVD231-PCA-INT-PDF001-FF, Belo Horizonte, 2018.

SHINYASHIKI, Roberto Tadeu.; FICHER, Rosa Maria.; SHINYASHIKI, Gilberto. A importância de um sistema integrado de ações na gestão de crises. **Organicom**, Ano 4, nº 6, p. 148-159, 2007.

SIGBM, Sistema integrado de gestão de segurança de barragens em mineração. Disponível em <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/sigbm>. Acesso: 18 mai, 2018.

SILVA, Alexander Marques. **Sociedade de risco e as barragens de rejeitos**. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2017.

SILVA, D. L da; FERREIRA, M. C; SCOTTI, M. R. O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES). In: FRANÇA, Adriana (Org.). **Arquivos do museu de história natural e jardim botânico**. UFMG: Belo Horizonte, v24, n.1/2. p. 136-158, 2015.

SILVA, Danielly Ferreira; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Empresas e meio ambiente: contribuições da legislação ambiental. R. Inter. Interdisc. INTERthesis, Florianópolis, v.10, n.2, p.334-359, Jul/Dez. 2013.

SILVA, Leila Cristina do Nascimento e. **Barragens de rejeito da mineração**: análise do sistema de gestão do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018.

SILVEIRA, Maurício. A importância do plano de gerenciamento de crises em empresas prestadores de serviços: Estudo de caso. **RP em Revista**. Ano 8 – nº 25 – Salvador/BA, Fev, p. 1-24, 2010.

SINTONI, Ayrton; et al. Importância dos recursos naturais. In: TANNO, Luiz Carlos (Org.); SINTONI, Ayrton. **Mineração e Municípios**: bases para o planejamento e gestão de recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), p. 3-8, 2003.

SOARES, Lindolfo. Barragem de rejeito. In: Luz, A. B. da; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 831-896, 2010.

SOUZA, Carlos Roberto Coutinho de. **Análise de gerenciamento de riscos de processos industriais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense – UFF. Pós-Graduação em Engenharia de Segurança, 2000. Disponível em: https://www.areaseg.com/bib/12%20-%20Arquivos%20Diversos/Apostila_de_Gerenciamento_de_Riscos.pdf. Acesso em: 17 set, 2019.

SOUZA, Nilson Araújo de. **Economia brasileira contemporânea**: de Getúlio a Lula. 2º edição. São Paulo: Atlas, 2008.

STIGLITZ, Joseph E. Making Natural Resources into a Blessing rather than a Curse. In: TSALIK, Svetlana; SCHIFFRIN, Any (Eds.). **Covering oil**: a reporter`s guide to energy and development. New York: The Open Society Institute, 2005.

STIGLITZ, Joseph Eugene. **Globalização**: como dar certo. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

STRATHERN, Paul. **Uma breve história da economia**. Ed. Zahah. Rio de Janeiro: 2003.

TANNO, Luís Carlos; SINTONI, Ayrton. **Mineração e Municípios**: bases para o planejamento e gestão de recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2003.

TANNO, Luiz Carlos; et al. Recursos minerais: Conceitos e panorama de produção e consumo. In: TANNO, Luiz Carlos (Org.); SINTONI, Ayrton. **Mineração e Municípios**: bases para o planejamento e gestão de recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), p. 9-20, 2003.

TEIXEIRA, Patrícia Brito. Sociedade do risco na sociedade da informação: gestão e gerenciamento de crises nas redes sociais. **Anais... V ABRAPCORP**, redes sociais, comunicação e organização, p. 1-12, 2011.

THE ECONOMIST. **The dozywatchdogs**, Disponível em: <http://www.economist.com/news/briefing/21635978-some-13-years-after-enron-auditors-still-cant-stop-managers-cooking-books-time-some> ... Acesso em: 16 de outubro de 2018.

THOMAS, Janet M; CALLAN, Scott. **Economia ambiental**: fundamentos, políticas e aplicações. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TOLEDO, André de Paiva; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; THOMÉ, Romeu. **Acidentes com barragens de rejeitos da mineração e o princípio da prevenção**. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2016.

TONIDANDEL, Rodrigo de Paula; PARIZZI, Maria Giovana; LIMA, Hernani Mota de. Aspectos legais e ambientais sobre o fechamento de mina, com ênfase no Estado de Minas Gerais. **Geonomos**, 20(1), p. 32-40, 2012.

TOWNSEND, Colin R; BEGON, Michael; HARPER, John L. **Fundamentos em ecologia**. 3ª edição, Artmed, 2008.

TRACTEBEL. **Estudo de dam break**: estudo de ruptura hipotética. VALE.RT-DB-RSA-101-03.18, 2018.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de auditoria de natureza operacional. TC 034.373/2012-8, Grupo I – Classe V – Plenário. 2012.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de levantamento. TC 017.199/2018-2, Grupo I – Classe V – Plenário. 2018.

TROCATE, Charles; ZONTA, Márcio. **Antes fosse mais leve a carga**: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton. Marabá, PA. Editorial Iguana, 2016.

VALE. **Desempenho da Vale no 1T19**. 2019. Disponível em: http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/Vale_IFRS_1Q19_p2.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

VALE. **Desempenho da Vale no 4T18**. 2018. Disponível em: http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/Vale_IFRS_4Q18_p%20final.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

VALE. **Justificativa técnica para o alteamento da barragem de rejeitos do mirim**: anexo VI: Esclarecimentos protocolo DNPM, 2016.

VALE. **Produção da Vale no 4T15**. 2015. Disponível em: http://www.vale.com/PT/investors/information-market/Press-Releases/ReleaseDocuments/PREPORT4T15_p.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

VALE. **Produção e Vendas da Vale no 1T19**. 2019. Disponível em: http://www.vale.com/PT/investors/information-market/Press-Releases/ReleaseDocuments/PREPORT1T19_p.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

VALE. **Relatório da Administração 2018**. 2019. Disponível em: http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/RELATORIO%20DA%20ADMINISTRACAO%202018_p.pdf. Acesso em: 17 dez. 2019.

VALE. **Viabilização da mina de cobre do Salobo**: do estratégico ao tático. 2012. Disponível em: http://www.adimb.com.br/simexmin2012/wp-content/themes/simexmin/palestras/11novosdepositos/X_2_Pinto.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

VALOR ECONÔMICO. **Fabricantes do país ainda dependem da importação de minério de cobre**. 2018. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2018/08/17/fabricantes-do-pais-ainda-dependem-de-importacao-de-minerio-de-cobre.ghtml>. Acesso em: 20 dez. 2019.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia**: conceitos básicos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

VEIGA NETO, F. C.; MAY, P.H. Mercado para serviços ambientais. In: MAY, Peter H (Org.). **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 309-332, 2010.

VEIGA, José Eli da.; ZATZ, Lia. **Desenvolvimento sustentável**: que bicho é esse? São Paulo: editora autores associados, 2008.

VEIGA, José Eli da. A condição biofísica do desenvolvimento. In: GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **O decrescimento**: entropia, ecologia e economia. São Paulo: editora Senac, p. 1-22, 2012.

VEIGA, José Eli da. **A emergência socioambiental**. 3º edição – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2015.

VEYRET, Yvette. **Dicionário do meio ambiente**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

VEYRET, Yvette. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2. Ed – São Paulo: Contexto, 2015.

VIVIEN, Franck-Dominique. **Economia e ecologia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011).

WACKERNAGEL, M; REES, W. **Our ecological footprint**: reducing human impact on the Earth. New society publishers, Gabriola Island, 1996.

WISE-URANIUM. **Chronology of major tailings dam failures**. Disponível em: <https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>. Acesso em 21 ago. 2019.

WWF. **Relatório Planeta Vivo**, Switzerland, 30 set. 2014. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/relatorio_planeta_vivo/. Acesso em: 18 jul. 2018.

YUNUS, Muhammad. **Criando um negócio social**: como iniciativas economicamente viáveis podem solucionar os grandes problemas da sociedade. Rio de Janeiro, Elsevier, 2010.

ZANIRATO, S. H; RIBEIRO, W. C. Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável. **Revista brasileira de história**. São Paulo, v. 26, nº 51, p. 251-262, 2006.

ZHANG, L. M.; XU, Y.; JIA, J. S. Analysis of earth dam failures- A database approach. **Isgsr2007- First International Symposium on Geotechnical Safety & Risk**, Shanghai, v. 1, n. 1, p.293-302, 18 out. 2007.

ZHOURI, A. Produção do conhecimento em um campo minado. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência** – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil. Marabá, PA: Editora Iguana, p. 8-27, 2018.

ZHOURI, A; OLIVEIRA, R; ZUCARELLI, M; VASCONCELOS, M. O desastre do Rio Doce: entre a política de reparação e a gestão das afetações. In: ZHOURI, Andréa (Org.). **Mineração: violência e resistência** – um campo aberto à produção do conhecimento no Brasil. Marabá, PA: Editora Iguana, p. 28-64, 2018.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO – TCLE

Pesquisa: Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre o rompimento das barragens de rejeito, onde seu desenvolvimento está sob a responsabilidade de **Tiago Soares Barcelos**, do Curso de Pós-Graduação em Geografia Humana (doutoramento), da Universidade de São Paulo, sob a orientação do **Prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro**.

Os objetivos do estudo consistem em apresentar um modelo que relacionado às principais categoriais de análise da economia ecológica e geografia humana, bem como os riscos e vulnerabilidades destes empreendimentos busque auxiliar na compreensão dos impactos do rompimento de uma barragem de rejeito localizada na mina de Salobo, no município de Marabá/PA, tanto no tempo presente como no devir (tempo futuro).

A finalidade deste trabalho é contribuir para a compreensão e soluções relacionadas ao risco do rompimento de uma barragem, buscando identificar o gerenciamento de risco e a gestão das catástrofes nos três níveis governamentais (município, estado e federação), buscando compreender como a empresa Vale S/A atua nesse sentido, e ouvindo as vozes dos movimentos sociais que atuam nessa causa. Espera-se que ao final do trabalho seja possível entender pela totalidade espacial os impactos relacionados ao evento (rompimento) na sociedade e no ambiente natural, auxiliando em políticas públicas inclusivas que possam mitigar seus efeitos, considerando a justiça equitativa intergeracional.

Solicitamos a sua colaboração para a pesquisa que busca trabalhar no primeiro momento com um questionário aberto, contidas em um roteiro de entrevista, com o objetivo de assimilar a visão de cada entrevistado sobre o problema proposto, identificando técnicas e ferramentas para o gerenciamento do risco e gestão de catástrofes, que terá duração de aproximadamente uma hora e trinta minutos e somente será **gravada se houver autorização explícita do entrevistado (a)**.

Dessa forma, contamos com sua autorização para apresentar os resultados deste estudo na tese e, posteriormente, em eventos da área de políticas públicas, gerenciamento de riscos, geografia humana e economia ecológica, buscando publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Os resultados desta pesquisa serão divulgados *a priori* em uma tese de doutoramento, que tem sua defesa programada para 2020, posteriormente, estará disponível no acervo de teses e dissertações da USP.

Por ocasião da publicação dos resultados, seu **nome será mantido em sigilo absoluto**. É importante frisar que o (a) senhor (a) será respeitado caso manifeste a vontade de ter seu nome descrito ao final do estudo. Informamos que esse estudo **apresenta potenciais riscos decorrentes da sua participação na pesquisa**. Estes estão relacionados aos funcionários da empresa e das instituições governamentais, bem como aos líderes de movimentos sociais, “que associado ou decorrente da pesquisa – agravo imediato ou posterior, direto ou indireto, ao indivíduo ou à coletividade, decorrente da pesquisa”. Nesse sentido, pode ocorrer algumas questões sensíveis, invasão de privacidade, cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário e/ou discriminação e estigmatização a partir do conteúdo. Entretanto, reforça-se o caráter sigiloso da pesquisa. **Os benefícios de sua contribuição** neste estudo é a aquisição de

informações a serem divulgadas nos resultados do estudo que sejam úteis para elucidar o tratamento das problemáticas descritas, bem como buscar melhores soluções para as políticas públicas.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, onde será excluído na íntegra sua contribuição. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Este termo é redigido em duas vias, sendo uma delas destinada ao participante do estudo e a outra ao pesquisador. Todas as páginas deverão ser rubricadas tanto pelo participante quanto pelo pesquisador responsável (ou pessoal delegada e sob sua responsabilidade) e a última página deve conter suas assinaturas.

Contato com o pesquisador responsável

Tiago Soares Barcelos

Telefone: (94) 99304-7935

E-mail: tiago.barcelos@unifesspa.edu.br

Contato do orientador

Wagner Costa Ribeiro

Telefone: (11) 99933-9836

E-mail: wribeiro@usp.br

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e Data

Assinatura do participante da pesquisa

Local e Data

Assinatura do pesquisador (doutorando da FFLCH/USP)

ANEXO II

ROTEIRO DE PESQUISA

Pesquisa: Rompeu, e agora? Barragens de rejeito de mineração: economia ecológica e seus elementos espaciais.

Questões técnicas

- 1) Quanto tempo o (a) senhor (a) atua nessa área? Como é o seu dia-a-dia dentro da organização? Em sua opinião como esse problema (rompimento de barragem) vem sendo trabalhado ao longo do tempo na sua organização? Quais os principais desafios dentro do seu campo de atuação?
- 2) O atual modelo de extração mineral é sustentável? É possível tornar sustentável? A empresa respeita o princípio da precaução considerando a capacidade de suporte dos ecossistemas? A mineração hoje, a seu ver, é uma "maldição ou dádiva"? Há algum limite de produção que garanta a segurança operacional da mina?
- 3) Como o CFEM é utilizado e quais as medidas para transparência adotada? O que deve ser questionado sobre o atual modelo de extração mineral e o CFEM?
- 4) Como o Estado atua no setor mineral para que se possa distribuir as riquezas nacionais? Isso vem ocorrendo? Quais mecanismos são utilizados ou deveriam ser implementados? Foram inventariadas todas as perdas ambientais e sociais na implementação do projeto (EIA/RIMA)? Como o Estado fiscaliza a escala produtiva e os riscos inerentes ao processo operacional?
- 5) Considerando a finitude dos minérios a empresa contribui para que ao final do ciclo de vida do projeto crie alternativas econômicas no território? Hoje há um comprometimento nesse sentido? Como a empresa contribui para o desenvolvimento local e como lidam com os riscos e conflitos do seu processo produtivo? A mineração apresenta enclaves econômicos?
- 6) Como é a atuação de vocês para o momento em que acabar a exploração mineral? Considerando o fim da extração mineral na mina, onde a barragem não possua tratamento adequado, como atuariam no caso do rompimento? A quem os custos desse passivo seriam alocados?
- 7) No caso do rompimento da barragem de Salobo, quais os planos de contingência que serão adotados para contrabalancear as perdas econômicas, ambientais e sociais desse evento (plano de emergência)? Como seria realizado o tratamento para com os atingidos? Como seria realizado a articulação com a sociedade para minimizar os impactos e solucionar conflitos? A empresa se mostra acessível a todos os interessados?
- 8) Como a organização/instituição, a seu ver, compreende e atuaria no caso do rompimento da barragem de Salobo no presente momento? Quais técnicas e ferramentas seriam usadas para o gerenciamento de riscos e gestão de catástrofes? Os norteadores jurídicos são adequados? Quais são as suas principais fragilidades?
- 9) O plano de fechamento de mina está claro a todos os envolvidos? Existem projetos de expansão produtiva que necessitem de novas barragens? No caso hipotético da empresa fechar ou vender seus ativos antes do previsto, como serão tratados os seus passivos ambientais? Depois que a mina for fechada, durante quantos anos caberá à empresa mineradora a atribuição de zelar pela integridade da estrutura?

10) Quais os riscos do processo de descomissionamento de uma barragem? Quais os motivos da não obrigatoriedade de se realizar o descomissionamento das barragens? É adequado a comunicação empresarial dos riscos e vulnerabilidades para com todos os stakeholders?

11) Quais medidas foram adotadas ou que necessitam de formulação para que a sociedade não arque com o passivo ambiental? Como vocês atuam pelo porvir (gerações futuras) referente a este problema? A área relativa à mineração apresenta algum plano de desengenharia que dê outra destinação ao uso do solo?

12) O (a) senhor (a) gostaria de adicionar outras questões que julgue importantes referentes a barragem de Salobo que não foi tratada ao longo dessa entrevista? E sobre as barragens de modo geral?

Questões socioeconômicas:

1) Nome completo:

2) Idade _____ Sexo: (1) masculino (2) feminino

3) Cidade em que reside _____ Estado: _____

4) Estado Civil: (1) Solteiro (2) Casado (3) Viúvo (4) Divorciado

5) Ocupação:

() Trabalhador celetista – CLT () Trabalhador liberal () Trabalhador autônomo ()

Desempregado () Estudante () Do lar () Aposentado/Pensionista () Funcionário Público

() Militante () Outro

6) Escolaridade:

() Ensino fundamental () Ensino médio () Ensino tecnológico () Ensino superior

incompleto () Ensino superior () Pós-graduação

Tem-se superior, qual a formação? _____