



A VALORAÇÃO ECOSISTÊMICA DA ÁREA AFETADA PELA BARRAGEM 1 DA VALE S.A – BRUMADINHO/MG: UMA ANÁLISE PAUTADA NA TEORIA DA SOCIEDADE DE RISCO E DO DECRESCIMENTO

THE ECOSYSTEM ASSESSMENT OF THE AREA AFFECTED BY THE DAM 1 OF VALE S.A - BRUMADINHO/MG: A LIMITED ANALYSIS IN THE THEORY OF THE SOCIETY OF RISK AND DEGROWTH

LA EVALUACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA ZONA AFECTADA POR LA PRESA 1 DE VALE S.A - BRUMADINHO/MG: UN ANÁLISIS LIMITADO EN LA TEORÍA DE LA SOCIEDAD DE RIESGO Y DECRETO

Tiago Soares Barcelos¹
Caio Peixoto Chain²
Loyslene de Freitas Mota³
Pedro Luiz Teixeira Camargo⁴

RESUMO

O presente trabalho analisou por meio da interdisciplinaridade os efeitos causados pelo crime ambiental e social oriundos do rompimento da barragem 1, da mina do Córrego do Feijão, no município de Brumadinho/MG, pertencente a empresa Vale S/A. Abordou ao longo de quatro eixos teses importantes, como: sociedade de risco, decrescimento econômico, serviços ecossistêmicos e valoração ambiental. Devido ao maior impacto do rompimento estar relacionado as vidas humanas, indo em direção contrária ao ocorrido em Mariana/MG, o objetivo central consistiu em valorar a área atingida, que se chegou ao montante de R\$ 189.712.676,15/ano. Esse valor deve ser entendido como um valor mínimo pela perda dos ecossistemas, para que possa auxiliar em políticas públicas pautadas no devir, buscando um desenvolvimento sustentável, para que o setor mineral se reapresente como uma dádiva a sociedade. Nesse sentido, as teorias da sociedade de risco e do decrescimento econômico nos oferece uma reflexão crítica ao atual modelo explorador no Brasil, visto que pelo método qualitativo indutivo se percebe que essas riquezas se constituem uma maldição aos territórios, sendo esses objetos a uma empresa sujeito.

Palavras chave: Valoração Ecosistêmica. Sociedade de Risco. Decrescimento. Economia Ecológica. Crimes Corporativos.

¹Doutor em Geografia Humana. Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo. Brasil. E-mail: tiago.barcelos@unifesspa.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6416-1642>

²Doutor em Administração Pública. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. Brasil. E-mail: caiochain@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9520-1547>

³Graduanda em Engenharia Civil. Universidade Pitágoras – Metropolitana. Marabá, Pará. Brasil. E-mail: loyslenef_mota@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6833-6772>

⁴Doutor em Ciências Naturais. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Minas Gerais. Brasil. E-mail: pedro0peixe@yahoo.com.br. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2652-4323>

ABSTRACT

The present work analyzed through interdisciplinarity the effects caused by environmental and social crime resulting from the rupture of dam 1, the Córrego do Feijão mine, in the municipality of Brumadinho/MG, belonging to the company Vale S/A. Addressed along four important theseaxes, such as: risk society, economic degrowth, ecosystem services and environmental value. Due to the greater impact of the disruption being related to human lives, going in the opposite direction to what occurred in Mariana/MG, the central objective was to value the affected area, which reached the amount of R\$ 189,712,676.15/year. This value should be understood as a minimum value for the loss of ecosystems, so that it can assist in public policies based on the future, seeking sustainable development, so that the mineral sector can represent itself as a gift to society. In this sense, the theories of risk society and economic degrowth offer us a critical reflection of the current explorer model in Brazil, since by the inductive qualitative method it is perceived that these riches constitute a curse to the territories, these objects being to a subject company.

Keywords: Ecosystem Evaluation. Risk Society. Degrowth. Ecological Economy. Corporate Crimes.

RESUMEN

El presente trabajo analizó a través de la interdisciplinarietà los efectos causados por la delincuencia ambiental y social resultante de la ruptura de la presa 1, la mina Córrego do Feijão, en el municipio de Brumadinho/MG, perteneciente a la empresa Vale S/A. Se dirigió a lo largo de cuatro importantes tudos, tales como: sociedad de riesgo, crecimiento económico, servicios ecosistémicos y valor ambiental. Debido al mayor impacto de que la perturbación esté relacionada con las vidas humanas, yendo en la dirección opuesta a lo que ocurrió en Mariana/MG, el objetivo central era valorar la zona afectada, que alcanzó la cantidad de R\$ 189.712.676.15/año. Este valor debe entenderse como un valor mínimo para la pérdida de ecosistemas, de modo que pueda ayudar en políticas públicas basadas en el futuro, buscando un desarrollo sostenible, para que el sector mineral pueda representarse a sí mismo como un regalo para la sociedad. En este sentido, las teorías de la sociedad de riesgo y el decrecimiento económico nos ofrecen un reflejo crítico del modelo de explorador actual en Brasil, ya que por el método cualitativo inductivo se percibe que estas riquezas constituyen una maldición para los territorios, siendo estos objetos a una empresa sujeta.

Palabras clave: Evaluación de Ecosistemas. Sociedad de Riesgo. Crecimiento. Economía Ecológica. Delitos Corporativos.

Como citar este artigo: BARCELOS, Tiago Soares et al. A valoração ecossistêmica da área afetada pela barragem 1 da Vale S.A – Brumadinho/MG: uma análise pautada na teoria da sociedade de risco e do decrescimento. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 11, p. 21-47, 18 jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v11.2876>

Artigo recebido em: 25/05/2020

Artigo aprovado em: 14/12/2020

Artigo publicado em: 18/01/2021

1 INTRODUÇÃO

Alterações na capacidade ecossistêmica do planeta vêm sendo identificadas por diversos grupos científicos e pesquisadores nas últimas décadas, que mesmo incertos, percebem a atividade humana como sua principal determinante. Nesse processo metabólico, a relação entre a natureza e a sociedade se torna uma questão central quando se pensa pela categoria analítica do devir. A sociedade guiada por um processo econômico que visa o crescimento infinito, mas com recursos produtivos finitos do ambiente natural, desconsidera as futuras gerações e negligencia as atuais. Tais mudanças que ocorrem dentro de um mundo pós-moderno demandam abordagens reflexivas, como a tese da sociedade de risco (BECK; 1992, 1995, 1999, 2011).

Beck (2011, p. 89) afirma que os riscos estão cada vez mais expostos, e que as pessoas estão entregues a eles. Esse autor menciona que “[...] respirar, comer, morar, vestir – tudo foi transfixado por elas. Fugir para longe ajuda no fim das contas tão pouco quanto comer granola”. O avanço científico não tem capacidade de gerenciar todos os riscos que ele mesmo criou e que podem gerar problemas irreversíveis para a sociedade e para o ambiente natural. Estão incluídos os riscos ecológicos, químicos, nucleares e genéticos, produzidos industrialmente, externalizados economicamente, individualizados juridicamente, legitimados cientificamente e minimizados politicamente (GUIVANT, 2013, p. 2016).

Apesar de muitos dos riscos não serem totalmente expostos, eles estão lá, como é o caso das barragens de mineração. Somente após os crimes corporativos da Samarco S.A (2015) e Vale S. A (2019) nos municípios de Mariana e de Brumadinho, respectivamente, em Minas Gerais, que os riscos das barragens foram compreendidos pela sociedade. Essas estruturas são gigantescas, mas invisíveis para boa parte da população do entorno, e seu acesso é limitado, afinal, as comunidades não podem adentrar nessas propriedades. Quando entram, são acompanhados por guias que irão mostrar apenas o que for do interesse da empresa. Logo, a sociedade depende dos agentes políticos para garantir a segurança necessária e o comprometimento do empreendedor com a gestão de riscos dessas infraestruturas. Outro exemplo, citado por Everts e Muller (2020), foi quando a sociedade alemã controlou os riscos da energia nuclear com a mineração e combustão de carvão, fato que gerou um risco ainda maior: as mudanças climáticas. Assim, em 2018, a política energética nacional determinou a saída da geração de energia por carvão.

Portanto, torna-se possível que interesses privados de curto prazo se sobreponham a interesses coletivos de longo prazo. Retorna-se assim ao devir (porvir), em que a equidade intergeracional se transforma em uma responsabilidade dos gestores públicos. Logo, há um *trade off* que necessita de uma tratativa, pois dentro de uma sociedade de risco o papel do Estado é fundamental, apesar de suas inúmeras falhas.

A Economia Ecológica vem contribuindo para o entendimento das relações entre ciência e política, além da construção de uma agenda ambiental global em diferentes contextos (MURADIAN; PASCUAL, 2020). Conforme Beck (2011) na sociedade de risco, toda a ação humana cria efeitos colaterais latentes, assim, nota-se que sua abordagem interage com os pensadores da área de economia ecológica, algo ainda pouco explorado. Com o objetivo de contribuir com essa temática, dois autores são essenciais para o presente trabalho, sendo:

Georgescu-Roegen (1971, 1976, 2012), Costanza et al. (1997, 2014) e Costanza, Daly e Bartholomew (1991).

Georgescu-Roegen, aluno de Joseph Schumpeter, foi um dos pioneiros quando se pensa na união entre a física (entropia), ecologia e economia, com trabalhos interdisciplinares e transdisciplinares tão importantes para o tempo pós-moderno. Divergindo de autores convencionais (neoclássicos) que representam o *mainstream* da economia, demonstrou o quão irracional é o sistema econômico pautado na racionalidade. O presente trabalho sintetizou algumas questões tratadas pelo autor, como o decrescimento, acrescentando dentro da teoria central que se refere à sociedade de risco e os impactos da mineração e suas barragens nos territórios.

Com a metodologia desenvolvida por Costanza et al. (1997, 2014) buscou-se demonstrar o valor monetário que o crime corporativo de Brumadinho/MG gerou aos serviços ecossistêmicos da região. O objetivo foi demonstrar como a sociedade de risco pode afetar a humanidade, sendo que para demonstrar monetariamente este impacto foi escolhido realizar a valoração apenas dos recursos naturais, bem como seus serviços e funções. Todavia, diferente do crime corporativo da Samarco (2015), o maior impacto não foram os ecossistemas, e sim vidas humanas, impossíveis de se valorar. Esses atingidos são a linha central na sociedade de riscos por serem os mais vulneráveis dessa relação desigual de poder, primeiros impactados pelos efeitos colaterais latentes desses empreendimentos.

Não obstante, Beck (2011) reforça que dentro da sociedade de riscos, apesar da distribuição desigual dos riscos, todos ao final são afetados. Aqueles que hoje acreditam que estão protegidos, que estão distantes dos riscos, cometem um equívoco, visto que dentro da perspectiva planetária, absolutamente todos, estão dentro do sistema metabólico socioeconômico e ecológico, conforme exposto por Barcelos et al. (2020).

O presente trabalho possui como justificativa central a necessidade de novos mecanismos que busquem compreender o espaço e tempo que a humanidade está inserida. Devido à opção humana pelo crescimento econômico a todo custo (*growthmania*) os ecossistemas começam a entrar em colapso, e demandam políticas públicas globais e locais que compreendam a sociedade de risco dentro de uma modernidade reflexiva (GIDDENS, 1991). Estudos interdisciplinares epistemológicos se transformam em formas robustas de análise, sendo possível criar um diálogo teórico entre a sociedade de risco e a economia ecológica. Assim, um dos objetivos do presente trabalho foi estimar a valoração dos recursos e serviços ecossistêmicos atingidos por um evento advindo do espaço produtivo (mineração) no município de Brumadinho/MG.

Buscando então compreender os problemas propostos com o objetivo de se alcançar um fundamento teórico satisfatório, este trabalho será organizado em quatro eixos centrais, sendo que todos se convergem em um processo sinérgico para se chegar ao resultado. O primeiro eixo iniciará os diálogos da sociedade de riscos, por um olhar crítico aos economistas neoclássicos, culminando no próximo eixo que trabalha com a abordagem do decrescimento econômico como alternativa. O terceiro eixo buscará apresentar algumas questões pautadas no crime corporativo da Vale S.A (2019), no município de Brumadinho/MG, bem como a área de estudo e uma breve descrição histórico-social. Por fim, o último eixo buscará valorar os serviços e funções ecossistêmicas da área atingida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A humanidade vem utilizando os recursos minerais a fim de compensar sua falta de habilidade em diversos campos, tornando-se dependente desse bem. Não é por acaso que as fases da evolução humana são baseadas nesses recursos, como a idade da pedra, do bronze e do ferro. Essa dependência nos dias atuais é reforçada, pois os derivados do minério são básicos para a sustentação do atual modo de vida e do bem-estar individual e coletivo. A mineração é indispensável, apesar de serem questionáveis os métodos de sua extração e exploração.

Alcançar os objetivos propostos se torna algo impossível se não for tratada a noção do risco. O risco⁵ possui uma definição complexa, mas conforme Veyret (2015, p. 168) caminha “[...] entre o perigo⁶ e a vulnerabilidade⁷”. Quando se pensam nos riscos industriais, torna-se ainda mais importante compreender o perigo que advém de um conjunto de áleas⁸. A autora compreende que para os riscos industriais, existem três dimensões que devem ser analisadas, sendo: a dimensão social; a dimensão epistemológica e; a dimensão didática.

A dimensão social consiste em compreender “o que devemos temer?”. A presença de qualquer tipo de indústria no território representa fatores de riscos que no geral, ao se concretizarem, os mais socialmente vulneráveis serão os primeiros atingidos por este conjunto de áleas. Por óbvio, não existem riscos zero dentro de um sistema produtivo, ou alguma planta industrial que não apresente externalidades negativas. Entretanto, compreender a dimensão social do eventual dano se torna uma medida de mitigação contra possíveis impactos.

Na dimensão epistemológica são trabalhados conceitos sistêmicos e interdisciplinares. Devido ao “elemento constitutivo de um geossistema do risco natural, ele participa cada vez mais de uma interface especial para o risco industrial”. Isto posto, deve-se compreender os conceitos, problemáticas e níveis de dano, para que se possa categorizar os riscos em sua função natural ou artificial.

Por fim, a dimensão didática compreende que “[...] uma vez que o tema da sociedade diante dos riscos constitui o arcabouço do programa” que deve ser tratada por toda a sociedade, das escolas aos debates públicos (VEYRET, 2015, p. 167-168).

Adams (2009, p. 14) acrescenta que existe uma diferença entre o risco objetivo e percebido, em que “[...] o risco objetivo é o domínio dos especialistas, em geral estatísticos e atuários, ao passo que o risco percebido é aquilo em que o resto da população acredita”. O autor

⁵ “Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Um jogador percebe sua decisão de jogar com risco quando conhece os acontecimentos que podem se produzir, assim como a probabilidade de ocorrerem” (VEYRET, 2015, p. 24)

⁶ “Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma álea sobre o indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo” (VEYRET, 2015, p. 24)

⁷ “Magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos. A vulnerabilidade mede os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados. A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental” (VEYRET, 2015, p. 24).

⁸ “Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é *hazard* (para definir a álea natural). Alguns autores utilizam o termo ‘perigo’, especialmente quando se trata de riscos tecnológicos” (VEYRET, 2015, p. 24)

acrescenta que existem “[...] variedades de incerteza e os limites incertos entre o que chamamos de risco e o que chamamos de incerteza” (ADAMS, 2009, p. 15). Avista-se que diante deste cenário, ao se pensar nas incertezas industriais, o foco no geral está em dois riscos centrais para os negócios, sendo o risco financeiro e econômico.

Seja devido à marcha da História, à política econômica de um país ou por prosaicas razões de má gestão empresarial, o fato é que investimentos industriais deixam de ser rentáveis, empresas perdem competitividade, produtos perdem mercado, minas fecham, caminhões e automóveis substituem os trens, um porto torna-se pequeno demais para novos navios e as barragens tornam-se obsoletas. O que fazer então com essas obras e instalações – velhas indústrias, velhas minas, velhas barragens, velhos portos, velhas estações ferroviárias? Transformá-las todas em museus? Abandoná-las? Demolir tudo e construir algo novo? (SÁNCHEZ, 2001, p. 21-22).

Tiezzi (1988) percebeu que dentro da teoria econômica contemporânea existe a crença no crescimento *ad eternum*, algo nada coerente ao se saber da escassez dos recursos (renováveis ou não). O autor observa que as teorias convencionais são pautadas pelo mecanicismo positivista e uma cosmologia newtoniana, pois “[...] 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” (TIEZZI, 1988, p. 174). Portanto:

O ambiente e as gerações futuras não podem ser mais excluídos do mercado, ao chegarmos a esse dilema histórico entre as opções de sobrevivência e as da destruição global do planeta: a economia não pode mais basear-se em ciências reversíveis (mecânicas), mas sim em ciência em devir (biológicas, termodinâmicas). O sistema vivo não possui o determinismo da tecnologia. A redução do sistema vivo à quantidade, à medida, não é possível: a economia clássica é uma forma de reducionismo (TIEZZI, 1988, p. 175).

Georgescu-Roegen (2012) ao refletir sobre essa questão percebe que há um paradoxo do crescimento econômico, no qual os homens devem pagar o preço por privilégios, como o consumo conspícuo trabalhado por Veblen (1974). Nesse momento, ou seja, no ponto em que a humanidade ultrapassar completamente os limites biológicos e sua capacidade de suporte, caso não houver uma compreensão da sociedade de risco, lutará pela vida. Destaca-se que “é apenas por causa de sua natureza biológica que o homem se preocupa com seus descendentes imediatos, mas geralmente essa preocupação não chega além de seus bisnetos” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 69).

Percebe-se então que o devir deve pautar quaisquer propostas de política públicas e desenvolvimento econômico, fortalecendo sobremaneira a tese da sociedade de risco. Não se pode restaurar uma sociedade passada, mesmo quando seus males são obscuros, tornando necessário construir uma sociedade que aprenda com os erros dos passados, criando lições e advertências, para nortear o futuro. Polanyi (2000, p. 62) destaca que uma economia de mercado utilizará de sua força para um sistema autorregulado, em suas palavras, “[...] uma economia dirigida pelo preço do mercado e nada além dos preços do mercado”. Demonstra com isso que as forças econômicas se tornam um organizador da totalidade, sem relações ou interferências externas, algo totalmente novo e sem precedentes na história da humanidade.

O liberalismo econômico foi o princípio organizador de uma sociedade engajada na criação de um sistema de mercado. Nascido como mera propensão em favor de métodos não burocráticos, ele evoluiu para uma fé verdadeira na salvação secular do homem através de um mercado autorregulado. Um tal fanatismo resultou do subido

agravamento da tarefa pela qual ele se responsabilizara: a magnitude dos sofrimentos a serem infligidos a pessoas inocentes, assim como o amplo alcance das mudanças entrelaçadas que a organização da nova ordem envolvia. O credo liberal só assumiu seu fervor evangélico em resposta às necessidades de uma economia de mercado plenamente desenvolvida (POLANYI, 2000, p. 166).

Diante do exposto, pode-se indagar quais as relações que se observam entre o apresentado e a questão mineral. Percebe-se que devido ao poder econômico das mineradoras o Estado optou pela inação, caminhando para o sistema de autorregulação, acarretando os mais diversos efeitos colaterais latentes, desconsiderando o risco objetivo e ampliando o risco percebido. Segundo Enríquez (2007, p. 31) existem alguns argumentos que corroboram para a ideia de que a mineração é uma maldição, que está atrelado a “[...] ideia de que é um setor atrasado e formador de enclaves”. Por outro lado, continua a autora, “há argumentos que reforçam que a mineração é uma dádiva, visto que pode ser utilizado como trampolim para o desenvolvimento”. Logo, objetiva-se entender em qual situação o Brasil se encontra com relação ao atual modelo extrativista mineral, maldição ou dádiva?

Mota e Barcelos (2018) examinam em sua pesquisa a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o índice de Gini dos municípios de economia baseada em mineração nos estados do Pará e Minas Gerais. Observam que “[...] a mineração não vem melhorando em termos absolutos a vida das populações, sendo que em muitos casos apresentam grande externalidades negativas” e que se cria uma “[...] economia de enclave, que prejudica o desenvolvimento no curto e longo prazo. Este enclave surge devido à falta de dinamismo da economia local”, tornando os municípios reféns dos recursos advindos desse setor (MOTA; BARCELOS, 2018, p. 33). Dessa forma, percebe-se que a mineração no Brasil contribui para a balança comercial, e o crescimento econômico, mas é incapaz de auxiliar na industrialização nacional, sendo inclusive, um dos fatores da desindustrialização dado a doença holandesa⁹.

Além desses problemas, Rodrigues e Rodrigues (2019) demonstram que as instituições fracas forçam práticas clientelistas entre o setor produtivo e o Estado, algo maléfico para a sociedade, por apresentar grande relação com o banditismo. Seu estudo, baseado no Estado de Minas Gerais, demonstrou que os municípios que possuem grandes riquezas minerais apresentam diversos desserviços à população, visto que os políticos atuam com o claro objetivo de reeleição. Reforçam inclusive que “[...] 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).

Silva (2017a, p. 171-172) buscando soluções para que se evite a maldição, reforça que “[...] a dotação de riqueza natural apresenta potencialidades de constituir-se como uma vantagem competitiva, uma verdadeira ‘benção’ na economia do país”. Corrobora que a maldição não é um fato dado, pois constitui em uma realidade modificável, que necessita de

⁹ A doença holandesa, conforme Bresser-Pereira, Marconi e Oreiro (2016, p. 1) refere-se a “[...] crônica sobre apreciação da taxa de câmbio de um país causada pela exploração de recursos abundantes e baratos”. A doença holandesa é considerada uma falha de mercado, atingindo na sua maioria os países em desenvolvimento abundantes em recursos naturais. Devido ao foco na atividade primária, a doença holandesa acaba atrapalhando a industrialização do país, devido ao declínio de arranjos produtivos de maior agregação de valor, como a manufatura. Esse fenômeno está diretamente ligado as questões cambiais, que a depender da sua precificação e sobre apreciação, intensifica as receitas relativas as exportações de matéria prima, gerando externalidades negativas a outros setores, tanto exportadores como importadores.

muito trabalho para que ocorra de fato um desenvolvimento sustentável. Todavia, até se chegar a esse grau de maturação, deve-se compreender 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).

Isto fica evidenciado com os crimes corporativos da Samarco (2015) e Vale (2019), pois, além da destruição de vidas e serviços ecossistêmicos, percebe-se que o desenvolvimento, como se esperava, não ocorreu de forma satisfatória. Torna inclusive questionável se após estes rompimentos, a não integração da sociedade de riscos dentro do modelo econômico convencional, representa a maior falha de mercado do setor mineral nos últimos anos, estando totalmente ignorada. Barcelos et al. (2018) valoraram a “tragédia” de Mariana/MG em um montante de R\$528.058.795,18/ano, sendo que o prejuízo estimado do patrimônio público e privado gira em torno de R\$732.157.720,93. O valor identificado pelos autores corresponde a perda dos serviços e funções ecossistêmicas, questionando a abordagem pelo devir, afinal, “[...] impactos como os aqui descritos são propensos a ocorrer tanto no curto prazo, como no longuíssimo prazo (prazo secular), no qual podem nem haver mais estas empresas [...]” (BARCELOS; FERREIRA; CAMARGO, 2018, p. 12).

Nesse cenário, todo o custo recairia para a sociedade, em especial as populações locais e grupos mais vulneráveis a estes riscos. Nessa linha Barcelos e Mota (2018) apresentam um ensaio teórico sobre as barragens de mineração, utilizando a economia ecológica e duas análises temporais: presente e futuro. Os autores percebem que ao se pensar pelo devir constitui um fator primordial para políticas públicas, afinal “[...] as empresas podem não mais existir, tornando o monitoramento ainda mais brando (se houver), com problemas ainda mais graves devido ao fato de que todos os custos recairão às gerações futuras” (BARCELOS; MOTA, 2018, p.14).

A sociedade de risco entra nesses cenários com uma proposição bastante robusta, visto que impacta as políticas públicas e conseqüentemente os modelos de desenvolvimento econômico. Beck (2011, p. 31) destaca que “riscos, assim como riquezas, são objeto de distribuição, constituindo igualmente posições – posições de *ameaça* ou posições de *classe*”. Compreender as forças colaterais latentes ao processo econômico se torna um dos objetivos da sociedade de risco, ao qual incorpora-se um desenvolvimento em devir.

Para Silva (2017b, p.10) o efeito colateral latente deve ser entendido como uma “[...] forma contra argumentativa que estabelece a antítese em relação à tese de mitigação dos riscos criados no período atual”. Não se pode desconsiderar que isto já está exposto na própria Constituição Federal de 1988 definido no Art. 225.

Barcelos et al. (2019a) ao abordarem as barragens de mineração após a “tragédia” de Mariana, questionam que o mercado precifica com relativa facilidade os recursos do subsolo, mas tudo que está acima é desconsiderado. Em outras palavras, sabe-se o preço dos minérios, desconsiderando as riquezas naturais contidas acima, no solo. Acrescentam que no processo extrativo se exaurem diversas fontes e nascentes de água, além de “[...] complexos biológicos e ecológicos que são por muitas vezes extintos, antes de serem estudados” (BARCELOS et al. 2019a, p. 377).

Logo, desconsideram os custos marginais da sociedade, o que faz com que se alavanque os investimentos no curto e médio prazo. No tempo de um indivíduo, com uma expectativa de vida na casa dos 65 anos, sua acumulação e consumo se dará nesta faixa de tempo. Sua acumulação passa para as próximas gerações e seu consumo será pago pela sociedade futura. O consumo representa custos, que se dão pelos passivos ambientais deixados pelas empresas, que em um dado momento podem nem mais existir, recaindo para sociedade (BARCELOS et al. 2019a, p. 378).

Os custos marginais da sociedade estão no escopo da sociedade de riscos, em que Beck (2011, p. 24) enfatiza a “ditadura da escassez” que está presente, pois “[...] processo de modernização encontra-se e consoma-se sob a pretensão de abrir com as chaves do desenvolvimento científico-tecnológico os portões que levam às recônditas fontes da riqueza social”. Beck (2011, p. 95) destaca que está em jogo não apenas instrumentos políticos, mas também o apolítico que por meio da “[...] supressão das causas das ameaças do próprio processo de modernização – torna-se político”. Em outras palavras, consiste em compreender todos os custos, ou sua grande maioria, para que o sistema político se torne mais justo e inclusivo.

Barcelos et al. (2019a) indaga se o Estado está omitindo suas responsabilidades, pois no Sistema Nacional de Informações sobre Barragens (SNISB) e no Plano Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) delimita na Lei 12.334/10 em seu terceiro inciso do artigo 17, dispõe que o empreendedor é obrigado, quando couber, à desativação da barragem (BRASIL, 2010). Para os autores a ideia de quando couber “[...] reforça a ação da indústria mineral na redação das leis. Após os recentes rompimentos, não fica claro que após se exaurir uma mina, as empresas irão de fato desativar as barragens”, mesmo considerando que essa prerrogativa tende a constar nos planos de fechamento de mina (BARCELOS et al. 2019a, p. 374).

Nesse momento entra-se no segundo eixo teórico considerando a observação de Georgescu-Roegen (2012) com relação ao processo econômico, em que os recursos naturais rejeitados se transformam em resíduos sem valor, algo caracterizado nas barragens de rejeitos. Isto ocorre pelo que os economistas ecológicos apresentam como a força da entropia¹⁰, ou seja, pertencentes as leis termodinâmicas. Esses resíduos bem como a lei da entropia precisam estar claros no modelo da sociedade de risco, afinal, após o rompimento de uma estrutura como essa se questiona todo o atual modelo de exploração mineral. Este autor reforça que por meio de uma análise detalhada dos aspectos energéticos da existência humana, permite “[...] chegar pelo menos a uma visão global dos problemas ecológicos e a obter algumas conclusões, no mínimo, pertinentes” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 78). Destarte, os recursos minerais são insubstituíveis, sendo ao mesmo tempo não renováveis, visto que diversos países já tiveram suas jazidas esgotadas. Portanto:

A benevolência para com nossos próprios contemporâneos está apoiada numa certa base objetiva, o interesse individual. A difícil questão que temos que enfrentar para propagar o novo evangelho não é ‘o que a posteridade fez por mim?’, como disse espiritualmente Boulding, mas sim, ‘por que devo fazer algo em prol a posteridade?’. É verdade que seria economicamente insustentável sacrificar o que quer seja em favor de um beneficiário inexistente. Essas questões, que procedem da nova ética, não podem, pois, ser objeto de respostas fáceis e convincentes (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 130).

¹⁰“Todas as formas de energia são gradativamente transformadas em calor, e o calor, afinal, torna-se tão difuso que o homem não pode mais utilizá-lo” (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 82).

Beck (2011) reforça que ao se pensar nas diferenças entre a sociedade industrial e a sociedade de risco, a divergência consiste na lógica da produção e distribuição de riquezas, e pela lógica da produção e distribuição dos riscos. Percebe, portanto, que no conceito da sociedade industrial “[...] pressupõem o predomínio da lógica da riqueza e sustenta a compatibilidade da distribuição de riscos” (BECK, 2011, p. 232). Em contrapartida, o conceito da sociedade de riscos “[...] sustenta a incompatibilidade da distribuição de riqueza e de riscos e a concorrência entre as duas lógicas” (BECK, 2011, p. 232). Essa linha argumentativa reforça os pressupostos de Georgescu-Roegen, pois há uma necessidade real de se adotar uma nova postura ética, que apresenta como um dos maiores desafios da contemporaneidade. Os riscos e ameaças “[...] serão metódica e objetivamente interpretados a contento ou serão cientificamente multiplicados, menosprezados ou encobertos” (BECK, 2011, p. 239).

Ainda segundo Beck (2011, p. 338), entende-se que para equalizar a dicotomia entre os interesses privados e coletivos “[...] a política precisa compreender a autolimitação que foi historicamente consumada”. Hoje os interesses privados possuem dominância no cenário político a nível mundial, visto que os políticos apresentam um ilusório poder de decisão, pois na primeira oportunidade o próprio sistema econômico passa por cima deles. Não obstante, este autor considera que o ponto de partida para esse modelo de futuro é a dissolução das fronteiras políticas, ou seja, a sociedade dentro desse processo de modernização passa por um período de reflexividade. Mesmo assim, percebe que “[...] há sempre perdedores do risco, mas também ganhadores do risco. Isto quer dizer, no entanto: definições de risco não impedem, e sim possibilitam exercícios do poder político” (BECK, 2011, p. 331).

Georgescu-Roegen (2012, p. 170) reforça a importância de se compreender que a economia não é um sistema fechado, pois devido “[...] a degradação irreversível da matéria conduz a uma dualidade de leis que concernem, de um lado, à energia, do outro, à matéria”, portanto, um sistema aberto. O autor reforça que:

Para 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.
4. Para matéria, temos:
5. Nenhum trabalho pode ser obtido sem que se utilize matéria.
6. Nenhum trabalho pode ser obtido sem que alguma matéria utilizável se degrade em matéria não utilizável.
7. Nenhuma substância pode ser completamente purificada de seus elementos contaminantes (GEORGESCU-ROEGEN, 2012, p. 170).

Para Cechin e Veiga (2010, p. 42), o trabalho de Georgescu-Roegen demonstrou que “[...] a abordagem convencional da produção, base das teorias de crescimento econômico, viola as leis da termodinâmica – em especial a lei da entropia”. De forma pioneira, este trabalho foi posteriormente mais bem desenvolvido no livro *The entropy law and economic process*, de 1971, que conforme estes autores, é “[...] a principal referência bibliográfica sobre o que está se chamando de fundamento central da economia ecológica” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 42). Estes autores reforçam que Georgescu-Roegen “[...] enxergava a economia como um sistema aberto não apenas ao ingresso de energia e materiais como ainda o egresso inevitável de ‘garbojunk’ (sinônimo de lixo), inconveniente e não reciclável” (CECHIN, VEIGA, 2010, p. 42). Assim:

A contribuição fundamental de Georgescu-Roegen à economia ecológica foi, portanto, devido a que, por motivo da segunda lei da termodinâmica ou da lei da entropia, mesmo uma economia industrial que esteja em crescimento não é sustentável. Portanto, nas economias ricas, não seria suficiente uma economia de estado estacionário, como proposta por Daly, apoiando-se em Stuart Mill (MARTINEZ-ALIER, 2015, p. 5).

Este pensamento ficou conhecido como “decrecimento”, proposto inicialmente por Georgescu-Roegen. Analisando se era possível um crescimento infinito, percebem que “[...] em um mundo finito, o crescimento não poderia se dar de forma indevida” (BRAZ; MAGNANI; 2017, p. 2). Isto posto, para “Georgescu-Roegen o único fator limitante do processo econômico é a natureza” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 43). Por outro lado, Latouche (2009) compreende que o decrecimento é uma utopia concreta, carecendo de programa político calcado nos territórios. Desse modo, dado a finitude do planeta faz com que seja materialmente fechado. Portanto, “[...] o sistema econômico não pode existir indefinidamente, mesmo que não aumente de tamanho” (CECHIN; VEIGA, 2010, p. 43).

Cechin e Veiga (2010, p. 43), acrescentam que os “[...] materiais como minérios são utilizados em larga escala no processo industrial, e não é realista imaginar a reciclagem total daquilo que foi dissipado”. Veiga (2008, p. 14) reforça que “[...] não há um pingão de exagero em dizer, com todas as letras, que Nicholas Georgescu-Roegen foi o mais clarividente analista econômico dessa era que mal começa a ser chamada de antropoceno”.

Veiga e Zatz (2008, p. 48), demonstram que além de todas as contribuições de Georgescu-Roegen, ele formulou “[...] um programa mínimo com oito pontos do que deveria ser feito”, sendo resumido pelos autores, conforme abaixo:

1. Proibir totalmente a guerra e todos os instrumentos de guerra;
2. Ajudar os países subdesenvolvidos a atingir o mais rápido possível uma existência digna de ser vivida, mesmo que sem luxos;
3. Diminuir progressivamente a população até um nível no qual uma agricultura orgânica bastasse à sua conveniente nutrição;
4. Evitar todo e qualquer desperdício de energia, enquanto se aguarda que a utilização da energia solar se torna viável ou que se consiga controlar os riscos da energia nuclear;
5. Parar com o desejo de ter objetos completamente supérfluos e desnecessários, como os *gadgets*, fazendo assim com que cesse sua produção;
6. Acabar com a moda – uma doença do espírito humano, segundo ele – fazendo os produtores só fabricarem bens duráveis;
7. Estimular o conserto das mercadorias duráveis, que seriam concebidas justamente para durar e não para serem descartadas tão rapidamente como acontece;
8. Reduzir o tempo de trabalho e redescobrir a importância do lazer para uma existência digna.

Logo, percebe-se que estas medidas são irrealistas, sendo que o próprio Georgescu-Roegen reconhece que seria impossível imaginar a sua adoção, apesar de estar na linha de uma utopia concreta nos moldes de Latouche (2009). Veiga e Zatz (2008, p. 48), reforçam que a humanidade já fez a sua opção e “[...] prefere uma passagem rápida pelo planeta, porém foga e excitante, a uma existência longa, mas maçante”. Os autores concluem que Georgescu-Roegen ao perceber estes pontos, deixou uma visão “sinistra e amarga” sobre o futuro, pois o melhor é que “[...] deixemos outras espécies – as amebas, por exemplo – que não têm ambições espirituais, herdar o globo terrestre, ainda abundantemente banhado pela luz solar” (GEORGESCU-ROEGEN, apud, VEIGA; ZATZ, 2008, p. 48).

Essa concepção apresentada se expõe como uma sociedade catastrófica, nas linhas da sociedade de risco conforme já exposto. Beck (2011, p. 28) reforça que na sociedade de risco com níveis intoleráveis de poluição, existe um potencial político baseado em catástrofes. Para o autor sua prevenção e seu manejo podem acabar envolvendo uma reorganização do poder e da responsabilidade, e que nesse sentido “[...] a sociedade de risco é uma sociedade catastrófica. Nela, o estado de exceção ameaça converter-se em normalidade”. Entretanto, buscam-se soluções para modificação desse pensamento hegemônico, sendo que por meio de políticas públicas se pautem em um novo formato de desenvolvimento, não apenas sustentável, mas em devir.

Segundo Mythen (2018), o impacto acadêmico e as contribuições para o desenho de políticas públicas da tese da sociedade de risco não devem ser considerados concluídos, havendo campo para novas pesquisas. Destarte, buscou-se apresentar os dois principais eixos do presente trabalho, aliando as ideias da sociedade de risco de Ulrich Beck com o decrescimento de Nicholas Georgescu-Roegen. O terceiro eixo da pesquisa irá apresentar o caso que se pretende abordar, o crime corporativo da Vale S.A (2019), considerando algumas características do local, a área de estudo e uma breve descrição histórica-social relacionado a indústria mineral. Posteriormente, será exposta a proposta de valoração dos serviços e funções ecossistêmicas da área afetada, alinhado com as teses até aqui debatidas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nos valendo do método indutivo, cujo as etapas consistem em observar os fenômenos, compreender as relações entre os fenômenos e generalizar essa relação, utilizou-se de duas teorias (sociedade de risco e decrescimento) para verificar se os agentes políticos do desenvolvimento na mineração estão preocupados com o devir. As teorias foram apresentadas por uma natureza explicativa e descritiva, de cunho epistemológico, pois nos dois primeiros eixos do trabalho o objetivo consistiu em identificar categorias de análise por meio de teses consolidadas. Esses dois eixos irão subsidiar as reflexões com relação ao rompimento de barragens, e seus passivos ambientais, tentando aprofundar nas primeiras análises dos passivos do sofrimento social, sendo esses invaloraçãois.

Dessa forma, foi trabalhado com a valoração da área atingida pelo rompimento da barragem 1 da empresa Vale S/A, ocorrido no dia 25 de janeiro de 2019, na mina do Córrego do Feijão, no município de Brumadinho/MG. Além da aflição humana, que constitui um passivo do sofrimento social, de valor imensurável, há também o passivo ambiental, que se pode valorar, mesmo com limitações as perdas monetárias dos serviços e funções ecossistêmicas perdidos ou prejudicados.

O método escolhido está presente no trabalho de Costanza et al. (1997; 2014) por desenvolverem uma metodologia baseada no método de valoração contingente (MVC) capaz de abranger os biomas e ecossistemas a nível mundial, ou seja, a biosfera. É importante destacar que os autores não apresentam no seu artigo a base de cálculo, logo, o desafio para o presente trabalho foi criar um modelo matemático compatível com as informações apresentadas. Nesse sentido, dado as características do território estudado, optou-se por focar em apenas três biomas identificados na região, vejamos: florestas tropicais, grama e pastagem natural e lagos e rios.

Dessa forma, foi atribuído suas respectivas porcentagens do sistema global apresentado nos dados originais, criando um modelo paralelo.

Costanza et al. (1997; 2014) chegaram em valores originais desses biomas na escala global, calcado na totalidade geográfica, e para essa pesquisa transformamos esses valores de acordo com a escala local da área atingida. Foi utilizado a área atingida pela barragem e convertido os dados pelo método de extrapolação inversa, tornando possível transformar o original em um modelo adaptado, local. Após essa estruturação, se torna possível encontrar sua contrapartida monetária nas dezessete funções e serviços ecossistêmicos do modelo original. Por fim, é necessário fazer a conversão do dólar para o real, e com isso se torna possível encontrar uma estimativa dos serviços ecossistêmicos perdidos anualmente, na moeda corrente, refletindo as externalidades negativas desses passivos ambientais que o setor mineral deixou para a sociedade.

Logo, utilizando de uma modelagem matemática simples, sem levantamentos econométricos robustos e complexos como são feitos pelos outros métodos de valoração, é possível estimar um valor inicial dos serviços ecossistêmicos afetados. Essa estimativa se apresenta confiável, visto outras pesquisas já realizadas (CAMARGO et al., 2014; BARCELOS et al., 2018; BARCELOS et al., 2019b; BARCELOS et al., 2020), apesar da constante necessidade de aperfeiçoamento. Dessa forma, é possível oferecer uma estimativa de seus impactos ambientais, divididos nos serviços ecossistêmicos, por meio de uma valoração inicial, mas que requer mais estudos para verificar sua aproximação com os métodos convencionais.

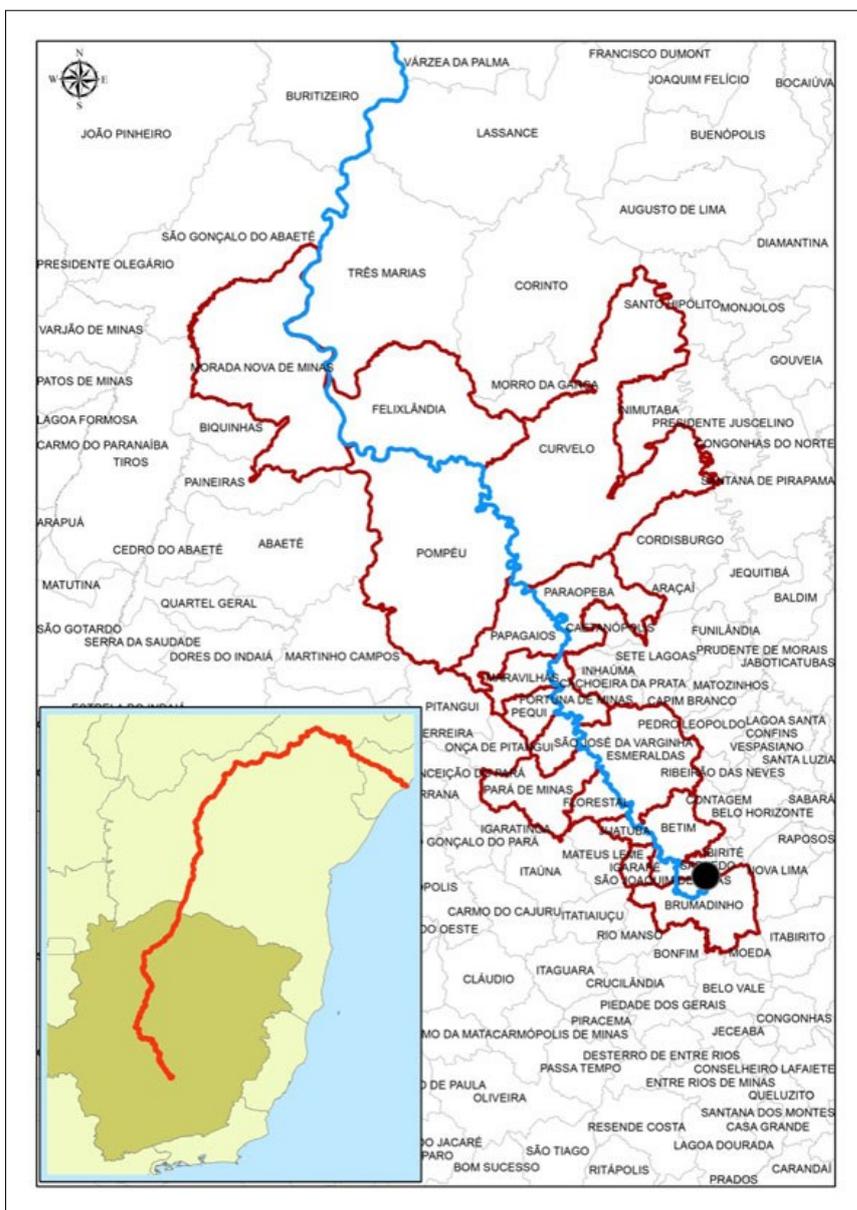
Deve-se lembrar que todo e qualquer método de valoração consiste apenas de valores inicialmente estimados, não são valores absolutos, e sim relativos, auxiliando na compreensão do valor da natureza, do ambiente natural. Sabe-se por exemplo que são desconsiderados a ordem do simbólico nessas métricas, por ser uma métrica monetária exclusivamente ecológica, mas auxilia na compreensão da importância do ambiente natural pelo prisma econômico.

Portanto, busca compreender como um fenômeno, rompimento de uma barragem de rejeitos, se materializa na sociedade de risco, em que uma possível proposição seja um processo econômico conhecido como decrescimento. Para contextualizar, optou-se por apresentar a área de estudo e algumas características do setor mineral, e ao final, a valoração dos serviços ecossistêmicos, integrando com as teorias expostas. Desta forma, a metodologia apresenta características de uma pesquisa qualitativa pelo método indutivo, afinal, abre espaço para interpretação de fenômenos que afetam a sociedade no presente e do devir, de forma universal.

4 ÁREA DO ESTUDO E SUAS CARACTERÍSTICAS

A pesquisa em questão se deu no município de Brumadinho (em especial) e nos outros dezoito municípios que a lama atingiu, sendo esses: Betim, Brumadinho, Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Morada Nova de Minas, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pequi, Pompéu, São Joaquim de Bicas e São José da Varginha, como mostra a Figura 1. Deve-se observar que há possibilidades de o rejeito afetar o Rio São Francisco, se não já afetou, um dos principais rios brasileiros, indo de encontro com o que Beck (2009) considera como riscos colaterais latentes.

Figura 1 – Percurso potencial do rompimento da barragem da mina do Córrego do Feijão



Fonte. Sete Lagoas (2019).

Brumadinho, em 2018 apresentava, em uma área de 639,4 km², uma população de 39.520 habitantes de acordo com o IBGE. Ainda segundo o próprio Instituto, e a divisão regional de Minas Gerais vigente desde 2017, o município faz parte das Regiões Geográficas Intermediária e Imediata de Belo Horizonte, algo novo, já que até o ano de 2016 fazia parte da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte.

A economia local é baseada na exploração mineral, sendo uma das principais cidades a receber repasse das mineradoras. Os *royalties* repassados para o município, quando se trata apenas da mineração, constitui uma das principais fontes de renda da prefeitura e caracteriza o que Enríquez (2007) denomina como a armadilha do caixa único. A dependência do município às mineradoras faz com que os gestores públicos sejam reféns dos interesses privados, ocasionando em muitos casos o problema do clientelismo e banditismo, caindo na ditadura da escassez.

Ao longo de 10 anos o município arrecadou aproximadamente 600 milhões de reais com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) pela exploração do minério de ferro (Quadro 1). Ao que tudo indica o município não conseguiu diversificar a economia. Para piorar o prefeito afirma que a cidade acabou, pois são dependentes da Vale e que os investimentos foram em sua grande maioria no turismo, que agora foi afetado pelo crime corporativo (CARVALHO, 2019; BOTTREL, 2019). Segundo Carvalho (2019) o rompimento da barragem atingiu diretamente o setor hoteleiro local, que havia saltado de 300 para 1.300 leitos em oito anos (2008-2016).

Quadro 1 – Arrecadação anual do CFEM sobre o minério de ferro em Brumadinho/MG

Ano	Arrecadação do CFEM	% recolhimento CFEM
2020*	R\$ 75.381.626,45	3,41%
2019	R\$ 72.625.996,35	3,41%
2018	R\$ 62.343.838,17	3,41%
2017	R\$ 34.566.391,97	1,87%
2016	R\$ 29.823.593,33	2,05%
2015	R\$ 25.481.627,31	1,60%
2014	R\$ 49.955.886,01	1,69%
2013	R\$ 77.742.411,72	2,09%
2012	R\$ 70.289.801,23	1,96%
2011	R\$ 53.800.017,85	1,76%
2010	R\$ 33.842.254,30	1,69%
2009	R\$ 14.508.548,52	1,54%
Total	R\$ 600.361.993,21	-

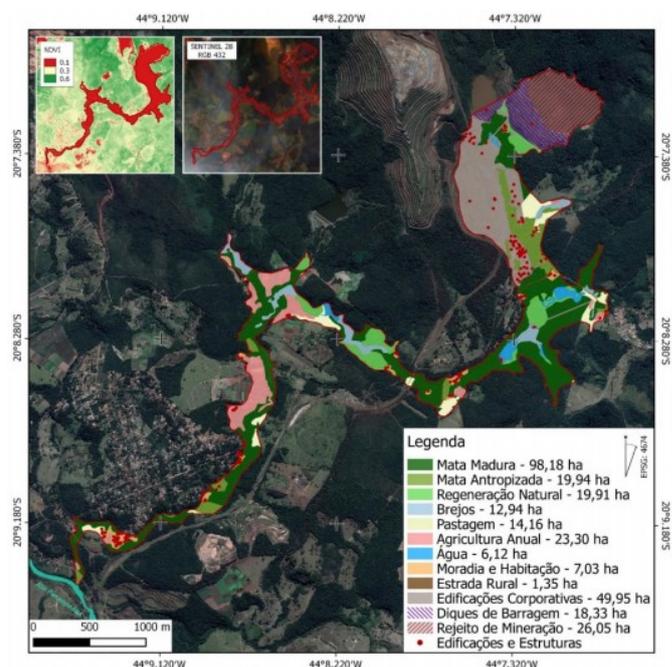
Fonte: Adaptado ANM

*valor até dezembro de 2020.

No local do crime corporativo com a barragem, a Mina Córrego do Feijão (Figura 2), apresentava produção anual de 8,5 milhões de toneladas de minério de ferro, responsável por 2% da produção mineral da empresa (CAVALLINI, 2019). O impacto resultou em centenas de mortes e vários desaparecidos, em sua maioria funcionários da empresa, causando uma agonia social sem precedentes dentro da história brasileira, e com o maior tratado trabalhista nacional, o que reforça o gigantesco passivo do sofrimento social do evento.

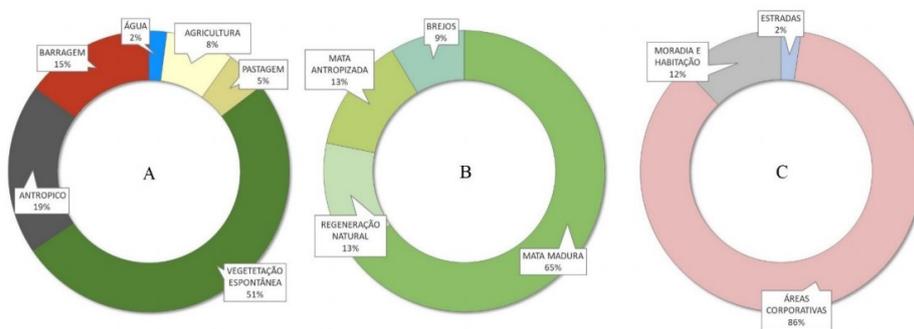
Santos, Martins e Rodrigues (2019, p. 160) discutem a responsabilidade civil e a inação do Estado diante aos rompimentos das barragens, considerando que há uma responsabilidade solidária entre a empresa e o Estado. Os autores reforçam que em conformidade com os dispositivos legais analisados anteriormente, é de competência exclusiva do Estado a concessão de licenças ambientais. Portanto, o Estado tem o dever de fiscalizar quaisquer atividades dentro do seu território, como apontado por Barcelos et al. (2019). Pereira, Cruz e Guimarães (2019) apresentam a distribuição da área atingida (Figura 3) e reforçam as estruturas que foram afetadas (Figura 4).

Figura 2 – Percurso da lama após o rompimento da barragem I



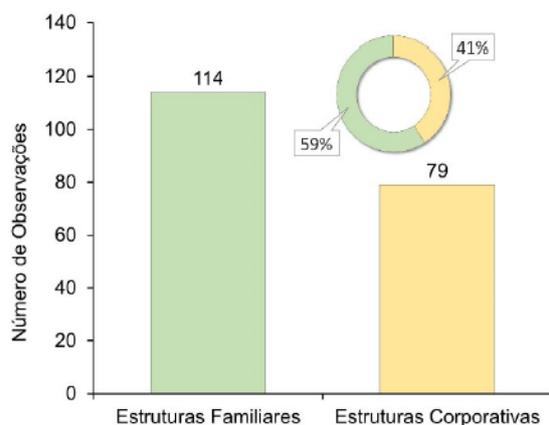
Fonte: Pereira, Cruz e Guimarães (2019, p. 125)

Figura 3 – Particionamento das coberturas da terra na área atingida pelos rejeitos



Fonte: Pereira, Cruz e Guimarães (2019, p. 125)

Figura 4 – Número de estruturas permanentes atingidas pelos rejeitos de mineração



Fonte: Pereira, Cruz e Guimarães (2019, p. 124)

É importante destacar que nem todos os efeitos são sentidos no curto prazo, pois conforme pesquisadores da Fiocruz¹¹ vem demonstrando, os impactos na saúde da população são potencializados, tanto física como psíquica. Isso resulta em relatos de suicídios e epidemias após o crime da Vale S/A no município de Brumadinho em regiões próximas. Além disso, pessoas mais vulneráveis sempre são os primeiros afetados, como é o caso de comunidades tradicionais, historicamente excluídas dos debates políticos.

Logo, vale ressaltar que as três dimensões apresentadas são materializadas nesse evento. A dimensão social foi desconsiderada, afinal, a população não estava ciente do que temer. Apesar do crime corporativo anterior, da Samarco em 2015, tudo leva a crer que não houve um real empenho do empreendedor com relação a mitigação. Não há relatos de debates públicos e transparentes por parte dos empreendedores com a sociedade, logo, por mais que se compreendesse os danos eventuais e o risco objetivo, essas informações não foram transmitidas, comprometendo a compreensão do risco percebido.

A dimensão epistemológica também não está clara, afinal, requer trabalhos interdisciplinares dado a complexidade do risco industrial. Não se torna possível verificar criticamente hipóteses e resultados quando o problema é omitido. A comunidade acadêmica possui as mais diversas restrições para conseguir informações básicas, não conhecendo a amplitude do nível de dano e as problemáticas de um eventual rompimento. O poder público e o empreendedor falharam também nesse sentido, visto que os riscos não foram categorizados e amplamente debatidos, de forma transparente e justa.

Por fim, a dimensão didática reforça que a tese da sociedade de risco é desconsiderada pelos agentes políticos do desenvolvimento. Essa dimensão compreende que a sociedade deve estar no centro, ou seja, o território-sujeito a uma empresa-objeto (VEYRET, 2015). Dessa forma, é de obrigação do poder público e do empreendedor criar programas de diálogo com a sociedade sobre os riscos industriais. Essa é a dimensão que reforça a tese de Beck (2015) da ditadura da escassez, visto que não apenas os instrumentos políticos estão em jogo, mas o também o apolítico. Esses custos devem ser compreendidos para a construção de sistemas políticos mais inclusivos e justos.

¹¹Para maiores informações acessar: <https://agencia.fiocruz.br/brumadinho-fiocruz-faz-balanco-da-saude-6-meses-apos-desastre> Acesso, 19 de out, 2019.

5 RESULTADOS

O quarto eixo busca trabalhar com a metodologia de valoração desenvolvida por Costanza et al. (1997; 2014). Para que se tenha robustez na análise optou-se por utilizar as informações da Embrapa (2019) referentes à área atingida pela barragem da Vale. Nesse trabalho da Embrapa foram gerados aproximadamente 2.500 mapas, compreendendo os impactos do acidente, que teve como foco o meio ambiente e a agricultura. O recorte territorial incluiu 25 municípios em áreas a jusante e adjacentes à Mina Córrego do Feijão, que somadas chegam ao montante de aproximadamente 1,8 milhões de hectares. No estudo realizado foi estimado que a área afetada está próxima de 297 hectares, que será o valor base do presente trabalho. Pereira, Cruz e Guimarães (2019, p. 122) reforçam esse valor de 297,28 hectares afetados representa:

[...] pelo menos 193 estruturas empresariais (41%) e familiares (59%) foram comprometidas. 51% das terras atingidas eram ocupadas por vegetação nativa (a maior parte conservada), 19% por atividades antrópicas de alta circulação de pessoas e 13% por atividades agropecuárias. Essas alterações sugerem impactos graves, como: contaminação dos meios físico e biótico regional; deterioração da saúde física e mental das populações atingidas; e desestabilização socioeconômica local. Estudos específicos e multidisciplinares em diferentes campos científicos são requeridos para caracterizar e buscar soluções a fim de mitigar esses impactos (PEREIRA; CRUZ; GUIMARÃES, 2019, p. 122).

Groot et al., (1992) dividiu a relação em grupos dos serviços ambientais, sendo que as principais consistem em função de regulação, provisão, produção e informação. Costanza et al., (1997; 2014) ampliou a análise desenvolvida considerando os principais serviços dos sistemas ecológicos e as reservas de capital natural que estão à disposição da humanidade. Esse capital natural contribui para o bem-estar da humanidade, seja diretamente ou indiretamente. Portanto, devido à forma como o sistema econômico convencional vem utilizando o ambiente natural como um mero fornecedor de recursos, torna-se importante alternativas para que se demonstre que os sistemas ecológicos representam um ativo de suma importância para os seres humanos. O mercado consegue valorar produtos e serviços de forma relativamente simples dentro da lógica produtivista, mas torna-se mais complexo aqueles serviços e funções que não são vendidos no mercado como, por exemplo, o ar puro que se respira, convergindo com o proposto por Groot, Wilson e Boumans (2002). Nesse sentido, Costanza et al. (1997) valoraram em escala planetária 16 biomas e seus 17 serviços ecossistêmicos (Quadro 2).

Quadro 2 – Principais biomas ecossistêmicos do planeta

1. Marinho	1.1 Oceano Aberto	
	1.2 Costa	<i>1.2.1 Estuário</i>
		<i>1.2.2 Alga marinha/ Camas de alga</i>
		<i>1.2.3 Recife de coral</i>
<i>1.2.4 Cinturão</i>		
2. Terrestre	2.1 Florestas	<i>2.1.1 Tropical</i> <i>2.1.2 Temperada</i>
	2.2 Grama e Pastagem	
	2.3 Pantanal	<i>2.3.1 Tidal mash/mangue</i>
		<i>2.3.2 Pantano florestal</i>
	2.4 Lagos e rios	
	2.5 Deserto	
	2.6 Urbano	
	2.7 Terra cultivada	
	2.8 Gelo e rocha	
	2.9 Tundra	

Fonte: Adaptado de Costanza et al. (1997)

Percebe-se, portanto, que Costanza, et al. (1997) considerou os principais biomas a nível mundial, a fim de contribuir com propostas de políticas públicas para que pense em um novo modelo de desenvolvimento econômico. Georgescu-Roegen (2012) demonstrou que a única proposta que garante um desenvolvimento perpétuo se encontra hoje no que ele apresenta como decrescimento econômico. Indicadores que medem apenas o PIB devem ser relativizados, pois não valoram os passivos ambientais do processo produtivo, muito menos, os serviços e funções ambientais dos ecossistemas. Sua proposição consiste em iniciar um programa de desenvolvimento que não gire em torno da maximização de lucros no curto prazo, mas considerar a maximização da riqueza no longo prazo, inclusive no devir.

Essa ideia ganha mais força quando se considera a tese da sociedade de risco de Beck (2011), percebendo que toda a riqueza acumulada gera passivos ambientais e sociais, ou seja, externalidades negativas, em diferentes temporalidades. Logo, os riscos devem ser considerados, o que forçaria a opção pelo decrescimento econômico até que todos os sistemas possam retomar a sua resiliência garantindo o futuro da espécie e saindo da rota de colisão ao Antropoceno. Outros pesquisadores preferem o termo Capitaloceno devido ser a sociedade de consumo a pressionar o ambiente natural (HARAWAY, 2015; MOORE, 2016).

Costanza et al. (1997) ciente que as funções e serviços ecossistêmicos não são capturados plenamente pelos mercados comerciais, representando uma negligência compatível com a sociedade de riscos, apresentam na Tabela 3 os principais serviços e funções dos biomas listados acima. Nota-se que cada serviço ecossistêmico possui uma função de elevada importância para a sociedade. São serviços e funções que no geral não são levados em conta nos projetos econômicos, além dos riscos da sociedade. Em seu estudo, os autores ao avaliar a biosfera chegaram ao montante que varia de US\$ 16/54 trilhões por ano. A média encontrada é que os serviços e funções ecossistêmicos da biosfera gira em torno de US\$ 33 trilhões/ano, sendo que o bruto global dos produtos nacionais (PIB e/ou PNB) giram em torno de US\$ 18 trilhões/ano.

Atualizando a tabela de valoração, Costanza et al. (2014) obteve o montante de aproximadamente US\$ 125 trilhões/ano, do qual o presente estudo irá utilizar a primeira valoração por ser um valor mais conservador.

Quadro 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	Habitat para populações residentes e transitórias
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)

Utilizando essa metodologia, que foi adaptada para biomas menores pelo método de extrapolação inversa, pretende-se compreender os serviços e funções ecossistêmicos que foram comprometidos após o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A. Inspirados nos trabalhos de Camargo et al. (2014) e Barcelos, Ferreira e Camargo (2018), Barcelos e Mota (2018), Barcelos et al. (2019, 2020), que considera apenas os biomas de floresta tropical, grama e pastagem natural e lagos e rios, chega-se ao montante de aproximadamente R\$ 189.712.676,15/ano (Tabela 4). Esse valor deve ser compreendido como os recursos ecossistêmicos perdidos pela exploração mineral anualmente, que após o rompimento, não apresentam utilidade no curto ao longo prazo.

Essa metodologia apresenta um bom nível de confiança, pois ao utilizar o Método do Custo Viagem (MCV) em outro sítio, Barcelos, Roeser e Trindade (2016) chegou ao valor de R\$ 137.434.781,00/ano. Ao aplicar essa metodologia proposta nesse trabalho, Barcelos et al., (2020), encontraram o montante de R\$ 132.351.121,02/ano no que tange aos valores de recreação, que consiste na proposta do MCV. Logo, o mesmo objeto teve uma variação dentro dos conformes, sendo um método apresentar aproximadamente 137 milhões de reais ao ano e o método adotado nessa pesquisa o valor aproximado de 132 milhões ao ano.

Quadro 4 – Valoração econômica dos serviços e funções ecossistêmicos afetados pela barragem da Mina do Córrego do Feijão (Vale S/A)

Bioma		Original - Area (há x 10 ⁸)	Adaptado - Area (há x 10 ⁸)
Florestas tropical		1900	0,00001093
Gramma e pastagem natural		3898	0,00002243
Lagos e rios		200	0,00000115
<i>Valores monetários em R\$</i>		5998	0,00003451
1 - Regulação de gás	2 - Regulação do clima	3 - Regulação de perturbações	4 - Regulação da água
	223	5	6
7	0		3
			5445
R\$ 7.647.129,34	R\$ 3.900.549,19	R\$ 10.144.849,43	R\$ 6.358.351,39
5 - Suprimento de água	6 - Controle de erosão	7 - Formação do solo	8 Ciclos dos nutrientes
8	245	10	922
	29	1	
2117			
R\$ 9.648.726,95	R\$ 3.284.673,00	R\$ 302.235,54	R\$ 97.371.165,84
9 - Tratamento de resíduos	10 - Polinização	11 - Controle biológico	12 - Habitat e refúgios
87			
87	25	23	
665			
R\$ 12.984.722,97	R\$ 667.199,20	R\$ 2.377.966,39	R\$ 707.117,10
13 - Produção de comida	14 - Matérias primas	15 - Recursos genéticos	16 - Recreação
32	315	41	112
67		0	2
41			230
R\$ 7.903.744,41	R\$ 4.111.543,81	R\$ 450.502,03	R\$ 4.647.584,20
17- Cultura	Valor total per há (Sha⁻¹ yr⁻¹)	Valor total do fluxo global (\$yr⁻¹ x 10⁹)	
2	2008	0,021948947	
	244	0,005471773	
	8498	0,009777844	
R\$ 17.193.210,25		R\$ 189.712.676,15	
Área atingida		297	
Porcentagem - Floresta Tropical		3,680387409	
Porcentagem - Gramma e Pastagem		7,550605327	
Porcentagem - Lagos e Rios		0,387409201	
<i>Cotação do Dolar Comercial - 07/12/2020</i>		<i>R\$ 5,1000</i>	

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

Nota-se, portanto, que o modelo proposto possui robustez, mesmo considerando todas as possíveis contradições quanto ao tema valoração econômica dos serviços ecossistêmicos. Os valores encontrados não são axiomas, imutáveis e perfeitos, pois se busca valorar o invalorável, dentro de uma racionalidade limitada. Todavia, esse modelo auxilia na compreensão da importância dos serviços e funções ecossistêmicas dentro da lógica do mercado capitalista, auxiliando os tomadores de decisões.

Costanza et al. (1991) reforça a importância desses métodos para que exista uma agenda com metas e recomendações embasadas em políticas baseadas na economia ecológica. É, portanto, um ferramental que constitui de mecanismos auxiliares para as políticas públicas, que ao se incrementar as duas teses propostas, sociedade de risco e decrescimento econômico, torna-se possível uma alteração no sistema sob o prisma do dever.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do presente trabalho investigou duas teses centrais – sociedade de risco e decrescimento – para que se possa compreender por meio da noção da totalidade os efeitos que constituem a questão mineral sob o evento do rompimento de uma barragem de rejeitos. Os riscos são peças centrais para as políticas públicas e licenciamento ambiental de grandes projetos, entretanto, demonstra-se um ferramental pouco utilizado. Nos maiores crimes dos últimos tempos decorrentes do rompimento das barragens de rejeito da mina de Germano (Samarco, Vale e BHP Billiton), e posteriormente, com o rompimento da barragem da mina do Córrego do Feijão, demonstrou o quão frágeis são os mecanismos para a mitigação e/ou eliminação dos riscos.

Desde a antiguidade se tem relatos sobre rompimento de barragens, isto posto, os processos deveriam ser mais robustos para se evitar estes eventos. O Estado se apresenta como peça chave para este tipo de fiscalização, algo que está norteado na própria Constituição Federal, porém, na prática, há uma inação, além de um clientelismo latente. Toledo, Ribeiro e Thomé (2016) ressaltam que alternativas mais eficazes representam maior custos ao setor da mineração, no entanto, para que se possa chegar a uma gestão mais qualificada, o setor necessita trabalhar calcada com o princípio da prevenção e precaução. Isto é devido as estruturas utilizadas para o processo produtivo colocar em risco vidas humanas e não humanas, além dos serviços e funções ecossistêmicos que apresentam uma elevando período para uma resiliência completa. Portanto, o poder público não pode omitir o seu dever como fiscalizador dessas atividades, sendo que hoje se baseiam em relatórios realizados pelos próprios empreendedores, quase um mercado autorregulado.

Nesse sentido, visando compreender os danos em termos monetários, a metodologia apresentada demonstra-se bastante útil para uma análise inicial. Chegou-se ao final do trabalho no valor de R\$ 189.712.676,15/ano, referente aos serviços e funções ecossistêmicos que foram soterrados pela lama. Deve-se observar que o objetivo consiste apenas em uma valoração ambiental, visto que as perdas humanas e não humanas, imateriais, do simbólico, são invaloráveis, o que chamamos de passivos do sofrimento social. Portanto, uma das opções propostas foi a tese do decrescimento econômico, a fim de buscar um equilíbrio entre produção, sociedade e o ambiente natural. O decrescimento leva em conta o conceito de capacidade de suporte dos serviços ecossistêmicos, pois devido às leis da termodinâmica, em especial a entropia, há um limite de matéria e energia que a humanidade pode utilizar. Com esse limitador torna-se utópico a crença, quase que religiosa, dos economistas convencionais (neoclássicos) que assumem que o crescimento pode ser infinito dentro de um planeta que possui recursos materiais e energéticos finitos.

Por fim, uma tese que não foi explorada ao longo do trabalho, mas pode auxiliar em proposições pensadas pelo prisma do devir, foi apresentada em Sánchez (2001) com relação a desengenharia dos empreendimentos industriais para que os passivos ambientais não recaiam à sociedade. Este autor analisa em nível mundial algumas alternativas, apresentando que “[...] as demandas sociais, os imperativos econômicos e o ordenamento jurídico concorrem para delinear um quadro que aponta para a necessidade de um novo enfoque do projeto de engenharia” que leve em consideração o ciclo de vida do empreendimento (SÁNCHEZ, 2001, p. 206). A mineração possui um ciclo de vida previsível, devido a sua produção que exaure os recursos que não são renováveis, além de serem escassos. Torna-se dessa forma necessário processos de desengenharia, visto que é preciso “[...] aprender a desfazer, desmontar, desativar, sem deixar dívida. É preciso ensinar a fazê-lo” (SÁNCHEZ, 2001, p. 206).

Conclui-se assim que é por meio da interdisciplinaridade que se torna possível políticas públicas inclusivas, visto que cada ator compreenda o seu papel, sem subjugar outros atores. A sociedade de risco é uma realidade, o decrescimento uma necessidade, e a desengenharia uma obrigação, para que ao final, possa convergir em uma sociedade pautada pelo devir. Nesse sentido, compreender os valores dos serviços e funções dos ecossistemas se torna um ferramental, mais que necessário, para unificar as propostas expostas e auxiliar em políticas públicas inclusivas, para que finalmente torne a questão mineral uma dívida pautada no desenvolvimento em devir. Hoje, não há como negar que a mineração, pelo menos para os territórios impactados por suas barragens, percebem esses empreendimentos como uma maldição.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. **Risco**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

BARCELOS, T. S. et al. Bases, conceitos e noções acerca do metabolismo econômico-social-ecológico. **Cadernos CEPEC**, v. 9, p. 83-97, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/cepec.v9i1.9601>

BARCELOS, T. S. et al. The Mariana/MG Tragedy and the valuation of ecosystem services in the area achieved. **Journal on Innovation and Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 113-128, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2019v10i3p113-128>

BARCELOS, T. S. et al. Análise interdisciplinar da questão mineral e suas barragens de rejeito. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 9, p. 366-386, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2091>

BARCELOS, T. S.; FERREIRA, J. A.; CAMARGO, P. L. T. O capital natural, antropoceno, os serviços e valores ecossistêmicos aplicados ao Parque Estadual da Serra dos Martírios/Andorinhas/PA. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.12, n.2, p. 55-73, 2018. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/view/5132>>. Acesso em: 14 dez, 2020.

BARCELOS, T. S.; MOTA, L.F. Barragens de rejeito mineral pelo prisma da economia ecológica: um ensaio teórico sob duas análises temporais. In: SEMINÁRIO EM ADMINISTRAÇÃO (SEMEAD); 21, 2018, São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 2018, p. 1-17. Disponível em: <<http://login.semead.com.br/21semead/anais/arquivos/421.pdf>> Acesso em: 3 set. 2019.

BARCELOS, T. S.; ROESER, H. M. P.; TRINDADE, R. The economic value of the Caraça Sanctuary in Minas Gerais/ Brazil. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 71-83, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X17330>

BECK, U. **Ecological politics in an age of risk**. Cambridge, Polity Press, 1995.

BECK, U. Risk society. **Towards a new modernity**. Londres: Sage Publications, 1992.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: editora 34, 2011.

BECK, U. **World risk society**. Cambridge: Polity Press, 1999.

BOTTREL, F. “Sem ajuda, dependemos da vale”, diz prefeito de Brumadinho. 2019. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/29/interna_gerais,1025863/sem-ajuda-dependemos-da-vale-diz-prefeito-de-brumadinho.shtml> Acesso em: 3 set. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm. Acesso em: 15 set. 2018.

BRAZ, D. D.; MAGNANI, L. A. C. Decrescimento: uma revisão teórica e crítica. XII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica; 12. 2017. **Anais...** 2017.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; MARCONI, N.; OREIRO, J. L. Neutralização da doença holandesa. In: STRUCTURALIST DEVELOPMENT MACROECONOMICS, 2016. Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/papers-cursos/Cap.5-DutchDisease.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

CAMARGO, P. L. T. et al. Valoração ambiental da cachoeira da Serrinha, Mariana, Minas Gerais, segundo o método de Costanza (1997). **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 n. 2, p. 137-152, maio/ago. 2014. DOI:10.5902/ 2179460X12747

CARVALHO, C. “**Acabou a nossa cidade**”, diz prefeito de Brumadinho sobre a tragédia. 2019. Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/brasil/acabou-com-nossa-cidade-diz-prefeito-de-brumadinho-sobre-tragedia-23406951> > Acesso em: 3 set. 2019.

CAVALLINI, M. Mina que abriga barragem em Brumadinho responde por 2% da produção da Vale; veja raio-X. 28 jan. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/>

2019/01/28/mina-que-abriga-barragem-em-brumadinho-responde-por-2-da-producao-da-vale-veja-raio-x.ghml > Acesso em: 3 set. 2019.

CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. H (Org). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 33-48.

COSTANZA, R.; DALY, H. E.; BARTHOLOMEW, J. A. Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics. In: COSTANZA, R. (Org.) **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia University Press, 1991. p. 22-34.

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**, 387, p. 253-260. 1997.

EMBRAPA. **Embrapa avalia contexto territorial da área afetada pelo rompimento da barragem de Brumadinho**. 2019. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41938448/embrapa-avalia-contexto-territorial-da-area-afetada-pelo-rompimento-da-barragem-de-brumadinho> > Acesso em: 09 set. 2019.

ENRÍQUEZ, M. A. R. S. **Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. 2007. 449 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

EVERTS, J.; MÜLLER, K. Risksapes, politics of scaling and climate change: towards the post-carbon society?. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, 2020.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **Energy and Economic Myths**. New York: Permagon Press, 1976.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O decrescimento: entropia, ecologia e economia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GROOT, R. et al. **Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making**. Amsterdam, Wolters-Noordhoff, 1992.

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.

GUIVANT, J. S. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, 2013.

HARAWAY, D. Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: making kin. **Environmental Humanities**, v.6, p.159-165, 2015.

LATOUCHE, S. **Pequeno tratado do decrescimento sereno**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

MARTINEZ-ALIER, J. **Economia ecológica**. 2015. Disponível em: <http://ecoeco1.hospedagemdesites.ws/ecoconovo/wpcontent/uploads/2018/09/alier_economia_ecologica.pdf> Acesso em: 12 set. 2019.

MOORE, J. W. **Anthropocene or Capitalocene?** Nature, History, and the Crisis of Capitalism, Oakland: PM Press, 2016.

MOTA, L. F.; BARCELOS, T. S. 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. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/gestaoedesenvolvimento/article/view/20002>>. Acesso em: 14 dez, 2020.

MURADIAN, R; PASCUAL, U. Ecological economics in the age of fear. **Ecological Economics**, v. 169, p. 106498, 2020.

MYTHEN, G. The critical theory of world risk society: a retrospective analysis. **Risk Analysis**, 2018.

PEREIRA, F. L.; CRUZ, G. B.; GUIMARÃES, R. M. F. Impacto do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada na cobertura da terra. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v. 04, n. 02, p. 122-129, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.4.2.2019.2373.122-129>.

POLANYI, K. **A grande transformação**: as origens de nossa época. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

RODRIGUES, A. C.; RODRIGUES, S. B. 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. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2019.153089>

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia**. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2001.

SANTOS, D. A.; MARTINS, J. E. R.; RODRIGUES, M. R. Breve ensaio sobre a responsabilidade civil do Estado no contexto dos desastres de Mariana e Brumadinho. **Revista do curso de direito da UNIABEU**, v. 12, n. 1, jan-jun, p. 158-162, 2019. Disponível em: <<https://revista.uniabeu.edu.br/index.php/rcd/article/view/3693>> Acesso em: 14 dez, 2020.

SETELAGOAS. **Acidente na barragem da Vale em Brumadinho deve atingir 19 municípios em MG**. 25 jan. 2019. Disponível em: <<http://setelagoas.com.br/noticias/minas/50906-acidente-na-barragem-da-vale-em-brumadinho-deve-atingir-19-municipios-de-mg-afirmam-especialistas>> Acesso em: 09 set. 2019.

SILVA, A. M. **Sociedade de risco e as barragens de rejeitos**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017b.

SILVA, F. A. G. **Romper com a “maldição dos recursos minerais”**: um caminho a ser trilhado. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Direito, 2017a.

STIGLITZ, J. E. **Globalização**: como dar certo. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

TIEZZI, E. **Tempos históricos, tempos biológicos**: a terra ou a morte: problemas da nova ecologia. São Paulo: Nobel, 1988.

TOLEDO, A. P.; RIBEIRO, J. C. J.; THOMÉ, R. **Acidentes com barragens de rejeitos da mineração e o princípio da prevenção**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2016.

VEBLEN, T. B. **Teoria da classe ociosa**: um estudo econômico das instituições. Trad. Olívia Krähenbühl. São Paulo: Atica, 1974.

VEIGA, J. E. A condição biofísica do desenvolvimento. In: GEORGESCU-ROEGEN. **O decrescimento**: entropia, economia e ecologia. Senac: São Paulo, 2008.

VEIGA, J. E.; ZATZ, L. **Desenvolvimento Sustentável, que bicho é esse?** Campinas: Autores Associados, 2008.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 2. Ed – São Paulo: Contexto, 2015.