



DESASTRES HUMANOS? UMA ANÁLISE DE MARIANA A BRUMADINHO TENDO EM VISTA SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Human disasters? An analysis from Mariana to Brumadinho in view of its environmental impacts

Márcia Dieguez Leuzinger

Centro Universitário de Brasília - UNICEUB, Brasília, DF, Brasil

Lattes: Orcid:

E-mail: marcia.leuzinger@ceub.edu.br

Fernanda Paula Marques de Oliveira

Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8021-7020>

E-mail: fpaula@fd.uc.pt

Grace Ladeira Garbaccio

Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), São Paulo, SP, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4891035484304681> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0658-9472>

E-mail: glgarbaccio@hotmail.com

Tatiana Reinehr de Oliveira

Centro Universitário de Brasília - CEUB, Brasília, DF, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5760212222980729>

E-mail: tatianaro25@gmail.com

Trabalho enviado em 24 de maio de 2021 e aceito em 20 de agosto de 2021



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721

RESUMO

A abordagem harmoniosa do ciclo ecologia-economia-ética permite ampliar paradigmas em torno de soluções interdisciplinares capazes de balancear as relações entre o meio ambiente e as atividades humanas. No entanto, o rompimento desse ciclo, com a predominância da economia sobre os outros dois elementos, conduz ao desequilíbrio ambiental, com consequências desastrosas para as sociedades humanas e para o planeta como um todo. O presente artigo tem por objetivo principal analisar as causas e efeitos do rompimento desse equilíbrio no contexto dos desastres humanos de natureza social ocorridos em Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019), e como objetivo secundário, discutir soluções plausíveis para se restabelecer esse elo. Como resultado, aponta a importância de se buscar respostas a partir da interconexão dos valores biológicos, econômicos e éticos tendo por instrumento o direito e as políticas públicas. A análise envolve o emprego do método qualitativo, exploratório-bibliográfico, segundo a ótica dos impactos ambientais/urbanísticos, com enfoque na avaliação *ex post*. Como conclusão, sustenta-se o desenvolvimento de políticas públicas, designadamente urbanísticas voltadas à preservação do meio ambiente, bem como à responsabilização dos empresários da mineração pelos danos decorrentes do rompimento de barragens de rejeito como forma de restauração do ciclo ecologia-economia-ética nos ambientes urbanos que suportaram os desastres humanos em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia e ética; Barragens de rejeito; Desastres; Direito urbanístico; Impactos ambientais urbanísticos.

ABSTRACT

The harmonious approach towards the ecology-economics-ethics circle allows paradigm broadening that leads to interdisciplinary solutions that can balance the relationship between the environment and human activities. However, whenever there is a break in this circle, with the predominance of the economy over the other two elements, it leads to environmental imbalance, with disastrous consequences for human societies and for the planet as a whole. This paper aims to analyze the causes and effects towards the disruption of this balance in the context of the human social natural disasters that happened in the cities of Mariana (2015) and Brumadinho (2019), both located in the state of Minas Gerais. As a result, the text highlights the importance of seeking solutions for the reconstitution of this link, based on the interconnection of biological, economic and ethical values. The study involves the qualitative exploratory-bibliographic method considering the perspective of urban environmental/urban impacts and focuses on the *ex post* evaluation. As a conclusion, this article



presents a reflection upon solutions that include the development of urban public policies aimed at preserving the environment, as well as the responsibility of mining entrepreneurs for the damages resulting from the rupture of waste dams as a way of reestablishing the ecology-economics-ethics circle in the urban environment that have borne the human disasters in analyses.

KEYWORDS: Ecology and Ethics; Waste dams; Disasters; Urban law; Urban environmental impacts.

INTRODUÇÃO

A análise do tema ecologia traz em si a percepção de sua relação com outras duas ciências: a economia e a ética. Inicialmente, importa traçar algumas noções etimológicas: ecologia pode ser entendida como a ciência da economia de animais e plantas (GILLIS, 2009, p. 157); ao passo que a economia corresponde à ciência social que estuda a produção, distribuição e consumo de bens e serviços; e, a ética, por sua vez, é ramo da filosofia que investiga os princípios orientadores do comportamento humano que tem particular relevo no âmbito da vida em comunidade.

O ciclo harmonioso entre estas três áreas do saber é o que permite o equilíbrio das relações entre o meio ambiente e as atividades humanas. No entanto, desvios na ética deram origem à preponderância de interesses econômicos em detrimento das necessidades de proteção dos bens ambientais, e fez surgir uma quebra entre essas áreas do saber, provocando graves consequências para a natureza e verdadeiras ameaças à vida humana e de todas as outras espécies no planeta.

Essa ruptura é marco da cultura ocidental, cujas origens filosóficas remontam à Grécia e à Roma clássicas, tendo na arte da argumentação de Platão e Aristóteles a fundamentação da noção de uma natureza desumanizada (não-humana), que vem a expressar o “desprezo pelas pedras e pelas plantas’ e um privilegiamento do homem e da ideia” (GONÇALVES, 2000, p. 31). Como consequência, o conhecimento adquire um caráter cartesiano-pragmático, segundo o qual apenas aspectos dotados de utilidade teriam valor. Neste contexto, a natureza passa a ser vista como um recurso ou um meio para se alcançar uma finalidade (2000, p. 33), e os bens ambientais dotados de valor econômico são explorados de forma a trazer conforto e satisfação ao ser humano.

Perde-se de vista que o “desenvolvimento deve ir muito além da acumulação de riqueza e do crescimento do Produto Nacional Bruto (...), mas tem de estar relacionado sobretudo com a melhora da vida que levamos” (SEN, 2010, p. 16). Adam Smith, por meio do seu argumento dos perdulários e empresários imprudentes, defende que as motivações do lucro privado por vezes mostram-se realmente contrárias aos interesses sociais, podendo acarretar perdas sociais incomensuráveis, como



aquelas que “acarretam desperdício ou poluição do meio ambiente e que se ajustam bem à descrição feita por Smith da possibilidade de ‘alguma diminuição no que, de outro modo, teriam sido os fundos produtivos da sociedade’” (SEN, 2010, p. 167-168).

Assim, a busca insaciável pela realização pessoal, resultante do processo de industrialização, retroalimentado pelo capitalismo, conduz às práticas que colocam cada vez mais em risco o meio ambiente, e, muitas vezes, dão origem aos chamados “desastres humanos de natureza social”. Esses decorrem de desequilíbrios provocados por ações ou omissões sobre os ecossistemas urbanos e rurais, onde se produzem sistemas sociais, culturais, econômicos e políticos, desenvolvidos ao longo da evolução histórica humana. Do ponto de vista urbanístico, os riscos atrelados à ocupação desordenada do território afetam diretamente a população, bem como o meio ambiente. Com efeito, observa-se a ampliação do poder econômico e seus consequentes mecanismos de desequilíbrio que contribuíram para aumentar os riscos de desastres resultantes do relacionamento desarmônico entre o homem e o meio ambiente (BRASIL. Ministério da Integração, 2007, p. 6).

Dentre eles, destacam-se os desastres humanos provocados por desequilíbrios em função do “incremento da produção agrícola, desenvolvimento das indústrias de mineração, desmatamento descontrolado, crescimento desordenado das cidades [...] sem maiores preocupações com o zoneamento e o uso racional do espaço geográfico” (2007, p. 6), dentre outros tantos fatores, que acabam promovendo cada vez mais a separação entre os valores ecológicos, econômicos e éticos.

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo estudar as causas, consequências e possíveis soluções para a ruptura entre as ciências ecologia, economia e ética. Faz-se um recorte temático para analisar a questão dos desastres humanos ocorridos nas barragens em Mariana- MG (2015) e, mais recentemente, em Brumadinho- MG (2019), ambas pertencentes à mineradora Vale, e seus impactos ambientais urbanísticos e reflexos em políticas públicas urbanas. Chama-se a atenção, ainda, à necessidade de se elaborar uma política pública de desenvolvimento sustentável, responsável e de superação de uma percepção subestimada em torno da necessidade de harmonização entre o homem e o meio ambiente.

Relativamente à metodologia, realizou-se pesquisa bibliográfica, voltada à construção de uma base teórica sobre os desastres humanos, com o emprego do método qualitativo, exploratório-bibliográfico, sob a ótica dos impactos ambientais-urbanísticos, com enfoque na avaliação ex post.

1 Entendendo a ruptura do ciclo ecologia, economia e ética

O equilíbrio da vida na Terra depende da manutenção da relação balanceada entre ecologia, economia e ética. Assim, deve-se buscar harmonizar a preservação de todas as formas de vida com o exercício de atividades lucrativas, de modo a pautar a conduta humana com base em valores que considerem a inter-relação do ser humano com os demais organismos vivos.

No entanto, Sachs defende que, quando o contrato social deixa de ser complementado por um “contrato natural”¹, observa-se a quebra dessa coesão sistêmica (SACHS, 2009, p. 49). Afirma-se ainda que esse fenômeno tenha ganho grandes proporções a partir da década de 1970, com o modelo econômico do fordismo (BUARQUE, 2011, p.7-8)², “aparentemente inabalável [...] e fundado sobre o tripé abundância de recursos naturais, aumento da produtividade do trabalho e presença do Estado de bem-estar” (BUARQUE, 2011, p. 6) ou desenvolvimentista.

O resultado teria sido uma postura antropocêntrica de domínio sobre todas as outras espécies, encaradas numa perspectiva de coisificação, tendo em vista o uso e abuso dos recursos naturais orientados à extração da sua finalidade econômica. Por conseguinte, sérios desequilíbrios ao meio ambiente resultariam de uma fragmentação cada vez maior entre os valores ecológicos, econômicos e éticos, o que leva a indagar quais seriam as causas e as consequências dessas rupturas, e a refletir acerca de soluções capazes de restaurar o ciclo interrompido.

Segundo Moura (2016, p. 1081),

“mediante o controle social do poder se garante a cooperação entre os atores estatais e não-estatais na coordenação dos múltiplos e complexos interesses, auxiliando na formação de um espaço público que baseado na negociação e consenso atribui um maior grau de legitimidade, transparência, racionalidade e eficiência à persecução dos fins sociais”.

Sob tal perspectiva, os desequilíbrios, apontados acima, poderiam ser mitigados a partir de tal cooperação.

“Por efeito, com tais instrumentos é possível garantir políticas urbanas não apenas eficientes, mas igualmente, sustentáveis, exigindo na gestão pública mudanças nos padrões de produção e consumo de recursos de acordo uma

¹ O contrato social seria a base do “postulado ético de responsabilidade para com o futuro de todas as espécies vivas” no planeta.

² Trata-se do modelo econômico do pós-guerra caracterizado pelo “crescimento econômico extensivo, uma economia de escala, competitividade baseada na abundância de recursos naturais [...] e limitado controle ambiental”.

educação ambiental garantindo redução de desperdícios, fomento a tecnologias urbanas sustentáveis e afins” (SILVA, 2003, p 136).

Nos casos de Mariana e de Brumadinho, verificar-se-á um processo complexo e conflituoso entre os diversos atores envolvidos, que acaba por salientar “a necessidade de uma análise integrada das atividades econômicas, sociais e políticas, envolvendo uma multiplicidade de instituições e muitas condições de agente relacionadas de forma interativa” (SEN, 2010, p. 11).

1.1 Causas e consequências da ruptura

Inicialmente, observa-se que a causa original da ruptura pode corresponder à adoção da medida do indivíduo enquanto unidade de referência “em física, em biologia, em economia, em filosofia, em toda parte” (MOSCOVICI, 2000, p.45). Dessa feita, enquanto medida das decisões, o ser humano acaba adotando políticas predatórias voltadas ao desenvolvimento econômico, sem considerar o meio ambiente e a sua dimensão fundamental (VIOLA; LEIS, 1998, p. 145).

O homem “instrumentalizado pelo método científico, pode penetrar os mistérios da natureza e, assim, tornar-se ‘senhor e possuidor da natureza’. À imagem e semelhança de Deus, tudo pode, isto é, é todo poderoso” (GILLIS, 2009, p. 157-158). Um processo fundado na industrialização e no capitalismo vem a sedimentar o abismo entre as ciências naturais e humanas, resultando no crescimento exponencial da população urbana mundial, no aumento do consumo e, conseqüentemente, da poluição (MEADOWS; MEADOWS; BAHRENS, 1973, p. 27). Nesse sentido, a superabundância de pessoas e, principalmente, o reflexo de suas ações para com o meio ambiente seriam a causa da doença planetária denominada Primatemia disseminada (LOVELOCK, 2006, p. 168).

Esse estilo de vida moderno traz em si sérios problemas de saúde ambiental, de ecologia, de inter-relacionamentos e de interdependência. Isso porque, quando

Envenenamos os insetos em um lago e o veneno percorre, de elo em elo, a cadeia alimentar, [...] logo os pássaros das margens do lago se tornam suas vítimas. Nós pulverizamos inseticidas em nossos olmos e as primaveras que se seguem ficam silenciosas com a ausência do canto dos pintarroxos, não porque pulverizamos os pintarroxos diretamente, mas porque o veneno percorreu, passo a passo, o nosso agora familiar ciclo folha de olmo-minhoca-pintarroxo (CARSON, 2010, p.162-163).



Apesar desta incontestável realidade interrelacional, o ser humano mantém-se no seu pensamento autocentrado, “baseado em vantagens egoístas de curto prazo, numa avaliação exagerada” de seus poderes e em um profundo desconhecimento a respeito da Terra (LOVELOCK, 2006, p. 177). Segue cego, produzindo desastres humanos e naturais avassaladores, sem dimensionar que o mal que faz à natureza é, na verdade, um mal que faz a si mesmo. Consequentemente, não atinge a consciência da necessidade de restaurar o ciclo ecologia-economia-ética; tampouco de que a boa economia não só é boa ecologia, mas de fato é necessária para uma boa ecologia (GILLIS, 2009, p. 157), ambas apoiadas na ética.

Essa lógica mantém a ilusão da tricotomia entre as ciências, que parece persistir como resultado, principalmente, de uma má economia (GILLIS, 2009, p. 157-158). A conduta autocêntrica do ser humano de utilização voraz dos recursos naturais acaba sendo guiada a partir decisões de curto-prazo visando ganhos imediatos, que ignoram as implicações sociais e ambientais dessas escolhas.

Essa postura doentia de se importar apenas com “o aqui e o agora” é facilmente observada em atividades econômicas altamente lucrativas de exploração de recursos da natureza, dentre as quais destacam-se os empreendimentos mineradores. Como resultado da quebra de harmonia entre os objetivos da espécie humana e as leis da natureza, acaba-se conduzindo à destruição dos sistemas de suporte da vida e suas funções das quais todas as espécies, inclusive a humana, dependem para viver. (BORMANN; KELLERT, 1991, p IX-X). Nesse ponto, questiona-se: haveria solução para esse caos?

1.2 Reflexões para a restauração do ciclo ecologia, economia e ética

Como ponto de partida, adota-se a seguinte máxima: nenhum valor deveria ser considerado absoluto pela sociedade. Nem mesmo a vida humana; integrante de uma comunidade maior, pode ser vista como um valor absoluto no meio das outras espécies. Cada uma delas tem a sua contribuição no funcionamento do ecossistema do qual fazem parte (MYERS, 2009, p. 17), e, por isso, todas as formas de vida merecem igual direito de existir.

Nessa conjuntura, a conduta ética baseada em um respeito apropriado pela vida, deveria impedir o ser humano de exterminar as espécies e de alterar o curso evolutivo (ROLSTON III, 1991, p. 73) em função do seu bem-estar. No entanto, acaba persistindo o paradigma da classe dominante *homo sapiens* de somente se preocupar com os seus próprios interesses, esquecendo-se das outras milhões de espécies, que tem o dever de proteger.



No intuito de se pensar em propostas para se alterar o curso dos acontecimentos, pode-se apontar como possível solução o abandono do antropocentrismo, isto é, aquela estrutura referencial na qual uma única espécie se considera absoluta e valora todo o resto como relativo de acordo com sua utilidade (BORMANN; KELLERT, 1991, p. 96). A mudança de postura envolve a tomada de decisões éticas e econômicas como resposta ao questionamento: qual é a responsabilidade da geração atual para com as gerações futuras, para com ela própria e para com os outros organismos (BORMANN; KELLERT, 1991, p. IX)?

Envolve escolhas diárias entre estimular o emprego e a economia, ou preservar o meio ambiente; empregar técnicas de controle de crescimento populacional ou garantir o direito à vida; proteger as florestas ou manter a sua viabilidade econômica; permitir a recessão econômica ou poluir o ar, o solo e a água; consumir desenfreadamente ou estabelecer limites ao consumismo (BORMANN; KELLERT, 1991, p. IX).

Com efeito, a “virada de Copérnico” vai depender da capacidade humana de colocar autolimites no controle e modelagem do meio ambiente às suas necessidades a fim de se evitar a deterioração dos espaços naturais bem como dos espaços humanos. Para tanto, importa dar um basta na poluição dos rios, na “smog” – camada poluente, e na chuva ácida, nos lixões a céu aberto nas áreas urbanas, a decadência das cidades associada à violência e falta de oportunidades sociais (BORMANN; KELLERT, 1991, p. X), assim como no desenvolvimento de atividades altamente lucrativas e de grande impacto ambiental, como a mineração.

Nesse contexto, torna-se imprescindível reexaminar a filosofia em torno dos recursos naturais e humanos, e calcular os verdadeiros custos das alterações no meio ambiente (BORMANN; KELLERT, 1991, p. IX) de forma a reduzir os impactos, sob pena de se levar à exaustão dos mesmos meios, fundamentais a uma vida humana digna. Importa sobretudo construir uma consciência ambiental por meio da legislação, acordos internacionais, ações individuais e corporativas (BORMANN; KELLERT, 1991) capazes de promover mudanças nos hábitos vorazes de consumo em prol da preservação daqueles recursos.

Paralelamente, pode-se demonstrar a necessidade de se reparar o ciclo interrompido entre economia, ecologia e ética a partir de argumentos econômicos, como a reflexão acerca do cálculo do

lucro empresarial considerando-se variáveis como a taxa de desconto (SCHETTKAT, 2018, p. 18)³ e o retorno perpétuo⁴ de produtos que promovam a sustentabilidade do planeta.

Ademais, o antídoto para essa crise depende, primordialmente, da vontade do ser humano viver em harmonia simbólica com as outras espécies enquanto parte do planeta, administrando a si mesmo, e usufruindo respeitosamente das dádivas que sustentam a todos que vivem na Terra (LOVELOCK, 2006, p. 168-177). A partir dessa orientação, o homem pode buscar alcançar um dinamismo econômico associado à melhoria da qualidade de vida, fundado no desenvolvimento local sustentável que explore as capacidades locais e contribua para elevar as “potencialidades sociais e a viabilidade e competitividade da economia” (BUARQUE, 2011, p. 13). Mas também, que assegure a “conservação dos recursos naturais, que são a base mesma das suas potencialidades e a condição para a qualidade de vida da população local” (BUARQUE, 2011, p. 13).

Segundo Moura (2016, p. 1065), “para a realização dos objetivos sociais e econômicos almejados e o oferecimento das prestações e utilidades necessárias a concretização dos direitos fundamentais, o Estado planeja e executa um conjunto articulado de programas e ações que é usualmente designado como políticas públicas”.

À luz das reflexões das autoras, Vanêsa Prestes e Maren Taborda, em seu artigo sobre desastres ambientais e corrupção urbanística, ao abordar o desastre de Mariana, há urgência nas tratativas das questões urbanísticas municipais, conforme extrato abaixo:

As cidades são um ecossistema vivo, que exige que as estruturas responsáveis por ela funcionem, sob pena de seu colapso (...). As demais estruturas, precisam entender essa função de limite, pois a organização do Estado com responsabilidades públicas, visa à não só a ordenação social como determina sua sobrevivência (funções primárias da política). Assim, diante da complexidade que carregam acontecimentos desta monta, afetando o imaginário e a vida da cidade (e da população brasileira como um todo), é necessário e urgente que se reflita sobre as funções urbanísticas municipais, a efetiva responsabilidade dos órgãos públicos para proteção da sociedade e do direito dos cidadãos. (PRESTES; TABORDA, 2019, p. 03).

³ Taxa de retorno (discount rate) seria uma taxa de desconto hipotética que, ao ser aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente.

⁴ A ideia de um retorno perpétuo (*perpetual return*). GILLIS, Malcolm. Economics, ecology and ethics: mending the broken circle for tropical forests. In: BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). *Ecology, economics, ethics: the broken circle*. Londres: Yale University Press, 1991. p. 164.

Nesse sentido, soluções para a proteção da sociedade e do direito dos cidadãos voltadas à reintegração do ciclo ecologia-economia-ética no ambiente urbano envolvem esforços do poder público voltados à promoção de uma consciência ambiental, por meio de inovação legislativa, programas e campanhas, que induzam à alteração do paradigma da classe dominante *homo sapiens* e, conseqüentemente, à mudança de atos de consumo. Além disso, sob o ponto de vista econômico, torna-se primordial o papel dos indivíduos e das corporações de incorporarem, no cálculo dos lucros empresariais, a taxa de desconto e o retorno perpétuo de produtos fomentadores da sustentabilidade ambiental.

Sob a perspectiva de Silva (2002), podem-se vislumbrar, ademais, medidas que busquem um exercício pleno da cidadania ativa necessária para o controle social, através de investimentos na educação ambiental, como determina a própria Constituição Federal⁵, que permitam a conscientização política e social dos cidadãos, a ampliação dos espaços públicos de atuação participativa⁶ e o desenvolvimento de uma cultura política baseada na ética, que possa induzir e estimular ações sustentáveis. Em última *ratio*, tudo se resume à vontade humana de viver em harmonia simbólica com as outras espécies enquanto parte do mesmo ecossistema sob pena de se inviabilizar a alteração do cenário de devastação e desastres aniquiladores do meio ambiente, como aqueles observados no rompimento das barragens em Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019).

Com efeito, o surgimento e desenvolvimento, no âmbito da ciência jurídica, de um princípio do desenvolvimento sustentável como um princípio jurídico orientador de leis, de políticas públicas e de solução para litígios concretos (em especial no âmbito das políticas urbanas), assume, a este propósito, particular relevo ao apelar para a necessidade de, nas decisões públicas, se exigir um equilíbrio entre as distintas dimensões do desenvolvimento: a dimensão econômica, a dimensão ecológica/ambiental e a dimensão ética/social, tudo a exigir que se concilie desenvolvimento, ambiente e justiça (MONTEIRO, 2020), sob pena de se dar margem à ocorrência de desastres humanos devastadores ao meio ambiente e ao meio urbano, como os experimentados em Minas Gerais.

⁵ “Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público (...) promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” - BRASIL, 1988, Art. 225, §1, VI.

⁶ Tem-se como diretriz geral da política urbana “a gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas de vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano” - Lei 10.257/01, art. 2º, inc. II.

2 Desastres humanos: suas causas e consequências para o meio ambiente e meio urbano

Práticas humanas antropocêntricas inspiradas pela obtenção de lucro a curto-prazo têm resultado em desequilíbrios nos ecossistemas urbanos e rurais gerando o que conhecemos por “desastres humanos de natureza social” (BRASIL. Ministério da Integração, 2007, p. 5). Trata-se de problemas frutos de fatores como o “desmatamento voltado à realização de atividades agrícolas, do crescimento desordenado das cidades incentivado pelo desenvolvimento industrial” (BRASIL, Ministério da Integração, 2007, p. 5), do uso descontrolado de recursos naturais não -renováveis na lavra e no garimpo, dentre outros tantos.

Acredita-se que grandes desastres ecológicos quase sempre são acompanhados de grandes desastres econômicos. Basta-se pensar nos desastres humanos ocorridos no Brasil envolvendo a mineradora Vale e as barragens Fundão 2 em Mariana-MG e a Barragem I da mina Córrego do Feijão em Brumadinho-MG, e nos consequentes prejuízos econômicos, humanos e ambientais.

Para se traçar uma perspectiva de suas proporções, a mineradora responsável pela lavra, e, consequentemente, pelo acidente, já sofreu condenação ao pagamento de indenizações que alcançam R\$1 bilhão, além das multas impostas pela Secretaria do Meio Ambiente de MG que totalizam R\$127 milhões. A conta continua: sofreu perdas no preço acionário no mercado de valores que chegam a R\$70 bilhões⁷; provocou mais de 1500 vítimas humanas – entre mortos, desaparecidos, feridos e desalojados, o extermínio de mais de 11 toneladas de espécies aquáticas, na sua maioria peixes (BORGES, 2018, p. 304), além de tantos outros danos incontáveis ao meio ambiente.

A nível nacional, a empresa Vale possui atuação de destaque na área da mineração, concentrando 133 barragens de minério de ferro, das quais 106 são localizadas no estado de Minas Gerais. Impende destacar que, a atividade mineradora sustenta-se nas barragens: estruturas utilizadas como “reservatório para contenção e acumulação de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos provenientes do processo de beneficiamento de minérios” (VALE, 2019).

A princípio, a barragem possui a função de diminuir os impactos ambientais da mineração no meio ambiente e no meio urbano. Ela funcionaria como uma espécie de barreira para os rejeitos de minério contra chuvas e outros eventos naturais, impedindo-os de atingir o meio ambiente, e de contaminar a água de rios, afluentes e nascentes, o solo, e as cidades. Além disso, promoveria a

⁷ E isso em um único só dia (a data do desastre), superando o prejuízo de R\$47 bilhões suportado pela Petrobras com o escândalo político em 2018, o que o torna a maior perda da Bolsa de Valores brasileira já registrada na história- TREVIZAN, 2019.

prevenção contra inundações, e, conseqüentemente, manteria segura a população residente nas proximidades.

Por outro lado, as áreas urbanas constituem-se de dois espaços: o “estruturado e o espontâneo” que são diferentes e ao mesmo tempo se completam e são necessários para esse modo de relação: dominação (vs) subordinação. A ação do Estado torna-se indispensável para definir políticas de base estrutural de organização, assumindo uma postura de implementação da ordem no uso do solo, a fim de promover um equilíbrio social, econômico e espacial entre as diferentes classes” (OLIVEIRA; GIUDICE, 2017, p. 3821).

No entanto, não foi o que ocorreu nas barragens Fundão 2, em Mariana, e a Barragem I da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho. A barragem não impediu a ocorrência dos maiores desastres humanos da história da mineração, fazendo merecer a análise de suas causas, consequências e reflexões em torno de possíveis soluções, bem como o Estado não assumiu realmente seu papel de definidor de políticas públicas estruturantes de forma a gerir a ocupação do território, principalmente o espontâneo.

2.1 O Desastre humano de Mariana: suas causas e consequências

O primeiro desastre “ambiental” a ser abordado refere-se ao ocorrido em Mariana- MG, em novembro de 2015, como resultado do “rompimento de uma barragem de rejeitos de minério de ferro —a Fundão 2, de responsabilidade da empresa Samarco3” (BORGES, 2018, p. 303).

Inicialmente, cabe esclarecer que, a empresa Samarco S.A iniciou sua operação no Brasil em 1977, e trinta anos depois, uma *joint venture* 50-50 resultaria na aquisição da empresa pela Vale e pela BHP Billiton, tendo-se definido que a responsabilidade operacional recairia sobre a Vale (POEMAS, 2015, p. 19).

No que tange propriamente à barragem do Fundão 2, destaca-se que sua operação se iniciou em 2008, em processo de alteamento e unificação com a barragem vizinha denominada Germano, tendo o seu licenciamento ocorrido em julho de 2015 (POEMAS, 2015, p. 20).

Considerado, até então, o mais grave desastre ambiental da história envolvendo barragem de rejeitos provocado por vazamento de minério (PASSARINHO, 2019), resultou na formação de uma lama tóxica de minério de ferro de 62 milhões de metros cúbicos, que foi despejada na Bacia do Rio Doce. Ao passar por esta bacia hidrográfica, responsável por alimentar uma área de aproximadamente 10 mil quilômetros quadrados no litoral capixaba, a onda poluente atingiu 230 municípios de Minas Gerais



e do Espírito Santo, até desaguar no mar (CRISPIM, 2019), destruindo uma centena de residências na região.

Do ponto de vista urbano, a correnteza de rejeitos dizimou quase a totalidade do povoado de Bento Rodrigues e parte expressiva dos distritos de Paracatu de Baixo, Paracatu de Cima e Camargos, ceifando a vida de 20 pessoas, e ainda desabrigou e desalojou outras centenas. A lama que se juntou ao curso do rio Gualaxo do Norte, em MG, incorporou às águas do Ribeirão do Carmo, adentrando o curso do Rio Doce. Até sua foz, percorreu cerca de 600 km, devastando os corpos de água que encontrou pelo caminho (BORGES, 2018, p. 303).

Essa tragédia teve proporções e impactos avassaladores, que incluem “o assoreamento de rios e riachos, a morte de milhares de peixes e de outras espécies de animais por asfixia, além de vegetais” (BORGES, 2018, p. 303), com consequências para todo um ecossistema, e o comprometimento da “biodiversidade local-regional, além do sustento e alimentação de pequenos agricultores, pescadores e de povos indígenas” (BORGES, 2018, p. 303), até alcançar o litoral sul brasileiro.

À época, os danos materiais foram apurados em mais de R\$ 100 milhões, tendo-se celebrado Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre os degradadores responsáveis e o Ministério Público de Minas Gerais apenas 3 anos mais tarde⁸. Nele, fixou-se indenização no valor de R\$ 1 bilhão pelos prejuízos causados em decorrência do rompimento da barragem, tendo sido ainda criados 42 programas voltados à reparação das vítimas, porém apenas um voltado à assistência a animais foi concluído. Por outro lado, especialistas afirmam que os danos ambientais são inestimáveis, e preveem que o meio ambiente pode levar séculos para se recuperar (CRUZ, 2018).

Ademais, muitos estudiosos afirmam que esse “acidente” já era previsível, e pesquisas já apontavam a existência de risco concreto de acontecer, o que demandava, portanto, uma ação imediata por parte dos empreendedores para conter os seus resultados catastróficos.

Isso leva à indagação de onde estaria, então, a falha. Tudo leva a crer que o problema se encontra na origem, ou seja, na técnica utilizada para a construção das barragens. Apesar de haver 2 formas mais comuns de construí-las, ora adotando-se o método de alteamento a montante, ora a jusante, a escolha dos empreendedores tende a pender para aquele de custo mais reduzido a despeito de ser também o menos seguro.

⁸ Aproximadamente três anos após o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, veio a ocorrer a homologação do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) entre as mineradoras Samarco, Vale, BHP Billiton, ministérios públicos, governos de Minas Gerais e do Espírito Santo, e defensorias públicas dos estados e da União (TJMG, 2018).

Em linhas gerais, a técnica a jusante direciona a estruturação da barragem para fora, de forma que cada alteamento ocorre sobre o solo firme, permitindo a sua compactação, além da construção de elementos protetores, como filtros ou drenos. Por outro lado, de custo nitidamente mais reduzido, o método a montante leva à edificação para dentro da barragem, portanto, em terreno mais mole, com dificuldade de instalação de componentes de defesa ou salvaguarda (BOSCOSV, 2019). Ressalta-se que os 2 desastres nacionais ocorreram em barragens onde se utilizava essa técnica; apesar de semelhantes nas causas, trouxeram consequências em proporções diversas e inimagináveis.

2.2 O desastre humano de Brumadinho: suas causas e consequências

A segunda tragédia a ser abordada é a ocorrida em 25 de janeiro de 2019 em Brumadinho-MG com o rompimento de outras barragens da mineradora Vale (REVELLO, 2019): a barragem I, que se destinava à deposição de rejeitos, as barragens IV e IV-A, que exerciam a função de contenção de sedimentos, e apresentavam dano potencial classificado como alto – classe C (MPMG, 2019, p. 5). Todas localizadas na mina Córrego do Feijão na zona de amortecimento da unidade de conservação do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, “em um córrego afluente ao rio Paraopeba, que, por sua vez, deságua no rio São Francisco no reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias (BRASIL, ANA, 2019).

Para melhor compreensão do cenário, ressalta-se cabe destacar que a Mina de Córrego do Feijão abarca 7 barragens, tendo sido responsável pela produção de 8,5 milhões de toneladas de minério de ferro em 2018, o que equivale a 2% da produção de minério de ferro da mineradora Vale. Engloba também a Mina da Jangada, com produção de 27,3 milhões de toneladas do mesmo minério em 2018, correspondendo à aproximadamente 7% da produção da Vale (CAVALLINI, 2020).

O complexo é constituído de 13 estruturas utilizadas para disposição de rejeitos, retenção de sedimentos, regulação de vazão e captação de água. Além das barragens, a Mina Córrego do Feijão apresentava várias estruturas administrativas e de apoio, como centro administrativo, refeitório e oficinas de manutenção, além de terminal de carregamento e pequena malha ferroviária para escoamento do minério de ferro (CAVALLINI, 2020).

Impende ressaltar que a Barragem 1 do Córrego do Feijão foi construída em 1976 pela Ferteco Mineração, adquirida pela Vale em 2001, e sofreu várias etapas de ampliação. Houve, portanto, sucessivos alteamentos para montante, isto é, várias construções de degraus com os próprios rejeitos (SILVA, 2011, p. 67). E, a despeito da recomendação para o seu descomissionamento, desde 2009, com



base no Programa “Barragem Zero”, seguiu funcionando até culminar no desastre de 25 de janeiro de 2019 (SILVA, 2011, p. 67).

Naquele dia, uma correnteza de 13 milhões de metros cúbicos de rejeitos foi lançada pela cidade mineira, destruindo imóveis e veículos, sem contar as centenas de vítimas humanas atingidas, resultando em um total de 272 mortes, dentre elas, de dois nascituros (SOARES, 2019), além dos reflexos para o meio ambiente, ainda inestimáveis. Nos primeiros instantes, a avalanche de lama, rejeitos e minério de ferro soterrou o refeitório que servia a centenas de funcionários que trabalhavam no momento do rompimento, além de parte da comunidade da Vila Ferteco, área rural do município de Brumadinho (MPMG, 2019, p. 6).

Os rejeitos de minério provenientes do rompimento das barragens engoliram pessoas, casas, propriedades rurais, vegetação, animais, carros, alcançaram o Rio Paraopeba, resultando na alteração do equilíbrio do seu ecossistema, e acarretando em inúmeros outros danos e reflexos socioeconômicos e socioambientais (MPMG, 2019, p. 6).

O volume de rejeitos fez com que se formasse uma enxurrada de lama e materiais tóxicos com força para devastar o território por onde passou e também suas proximidades, deixando um rastro de destruição em todas as formas de vida que ali existiam. Soma-se a esse quadro o risco concreto de a onda poluente atravessar as usinas hidrelétricas de Retiro Baixo e a de Três Marias, que já tendo desembocado no rio Paraopeba, apresentava grandes chances de desaguar no São Francisco, e cortar mais 4 estados brasileiros, resultando na poluição de 300 quilômetros de rios (SOARES, 2019) – dados ainda sujeitos à confirmação por perícia judicial em andamento para fundamentar a ação civil pública ACP-MG nº 5000053-16.2019.8.13.0090 (MPMG, 2019, p. 6).

Se o rompimento da barragem de Fundão em 2015 é considerado um dos maiores crimes ambientais da história, 25 de janeiro de 2019 será lembrado como o maior crime em termos de tragédia humana das últimas décadas, considerado também o maior acidente de trabalho da história do Brasil (SOUZA, 2019).

As autoridades responsáveis pela apuração criminal do rompimento constataram a relação fraudulenta estabelecida pela Vale S.A. com a TÜV SÜD, que levou a uma certificação de estabilidade considerada pelas autoridades como fraudulenta. Evidenciou-se que a Vale S.A. contratou para atuar como certificadora da estabilidade de suas barragens a mesma empresa com a qual mantinha contratos de consultoria (MPMG, 2019c).



Em decorrência dessas investigações, em outubro de 2019, um grupo de atingidos pelo rompimento em coalizão com o European Centre for Constitutional and Human Rights (ECCHR) e a MISEREOR apresentou uma denúncia formal contra a TÜV SÜD na Alemanha pelos crimes crime de homicídio, corrupção, negligência e violação de deveres de supervisão (PIEPER, 2020).

No que tange à especulação das causas do desabamento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, reconheceu-se nos autos do Inquérito Civil nº MPMG- 0090.16.000311-8, após auditoria ambiental, que o desastre teria ocorrido em virtude de situação crítica de segurança e estabilidade da barragem de conhecimento dos consultores técnicos, representantes da empresa VALE S/A e, especialmente, por representantes da empresa ré TÜV SÜD, há mais de um ano antes do rompimento. Por tanto, pode-se concluir que suas causas se assemelham àquela referidas no ponto em que se tratou da tragédia de Mariana: a utilização do método de alteamento por montante, falhas no licenciamento da atividade minerária e omissões no acompanhamento das operações, o que não deixa de espelhar a ganância humana de buscar o lucro a curto-prazo e o desprezo pela vida e pelo meio ambiente (MPMG, 2019b).

Questiona-se quantas catástrofes como estas ainda estariam por acontecer no Brasil. De acordo com dados oficiais da Vale, a empresa possui atualmente 10 barragens segundo o método de alteamento a montante, estando todas, supostamente, inativas. Ademais, estimam-se investimentos de aproximadamente R\$ 5 bilhões direcionados ao processo de descomissionamento dessas estruturas, o qual deve se estender pelos próximos 3 anos. Em decorrência das paralisações sobre a produção, prevê-se um impacto correspondente a 40 milhões de toneladas de minério de ferro ao ano, o que, a princípio seria compensado por meio de outros sistemas produtivos da companhia (VALE, 2019); no entanto, não se sabe até que ponto essas soluções seriam de fato sustentáveis.

Cabe destacar ainda que 12 barragens consideradas instáveis pela Agência Nacional de Mineração (ANM) estão localizadas na Bacia do Rio das Velhas, responsável pelo abastecimento de 70% da população de Belo Horizonte. O risco do rompimento de uma dessas barragens pode levar à interrupção do abastecimento de água para cinco milhões de pessoas, podendo resultar em iminente colapso hídrico da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) (MMA, 2008). Pode-se apontar como decorrência dessas constatações a alteração do nível para o risco de rompimento nas barragens B3/B4 da Mina Mar Azul em Macacos, e Forquilha 1 e 3, em Ouro Preto, de 2 para 3, em alerta máximo para o risco de rompimento (TRAJANO, 2020).

Após a análise dos desastres, suas origens e resultados, importa refletir acerca de possíveis soluções direcionadas ao reequilíbrio do ciclo ecologia-economia-ética, incluindo propostas que



abranjam políticas públicas, técnicas empreendedoras inovadoras e um compromisso coletivo ético voltado à restauração do elo entre essas ciências.

2.3 Possíveis Soluções

Partindo-se de uma análise contextualizada do exercício da mineração no Brasil, e tendo por base os desastres ocorridos em Mariana e Brumadinho, indaga-se: se, de fato, a atividade mineradora nas barragens de alteamento pelo método de montante tiver sido interrompida e com a sua substituição pela técnica a jusante, o que mais seria necessário para impedir a ocorrência de desabamentos dessas estruturas e os nefastos efeitos socioambientais decorrentes do lançamento de rejeitos no meio ambiente?

Uma das respostas poderia ser a presença maior do Estado por meio de uma fiscalização mais constante e eficaz dos impactos dessas atividades indicados no Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório (EIA/RIMA) que precedem a concessão do licenciamento da atividade mineradora⁹. Ressalta-se que o licenciamento ambiental exerce papel fundamental na efetivação dos princípios da prevenção e do desenvolvimento sustentável e corresponde a um instrumento crucial da gestão ambiental para o controle das externalidades negativas em torno da implementação de projetos potencialmente degradadores e, portanto, do restabelecimento do ciclo ecologia-economia-ética.

Pensa-se ademais na exigência mais rigorosa de laudos técnicos emitidos por empresas independentes, imparciais, sérias e confiáveis, condicionando a continuidade da atividade ao atestado de estabilidade ou baixo risco de impacto no meio ambiente. Além desta atividade fiscalizadora, deve o Estado intervir de forma mais preventiva, criando regulamentações e exigências de ordem ambiental, social e urbanística¹⁰ a serem obrigatoriamente cumpridas por estas empresas como condição de concessão e ou manutenção do licenciamento. Trata-se de verdadeira aplicação do objetivo da Política Nacional do Meio Ambiente de preservação, melhoria e recuperação da qualidade

⁹ A Resolução nº 237 do Conama estabelece que dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente a localização, a construção, a instalação, a ampliação, a modificação e a operação de empreendimentos capazes de causar, sob qualquer forma, degradação ambiental, dentre os quais destacam-se a construção de barragens e a extração e tratamento de minerais – BRASIL, 1997, art. 1º e 2º.

¹⁰ Dentre as diretrizes da política urbana destacam-se a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar a poluição e a degradação ambiental, bem como a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, devendo-se definir diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental (BRASIL, 2001, art. 2º, VI e XII; art. 42-B, VI).

ambiental propícia à vida e, ao mesmo tempo, de garantia de condições de desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 1981, art. 2º). Em última análise, corresponde, outrossim, a instrumento de recuperação do ciclo interrompido (BORMANN, 1991).

Do ponto de vista da atuação do Estado como órgão de disposição do processo de licenciamento ambiental, uma vez que o mesmo é indispensável e necessário ao tipo de empreendimento tratado neste artigo, tem-se que:

A falta de diferenciações essenciais foi decisiva para a solução inadequada dos conflitos que se estabeleceram com a tragédia ambiental de Mariana-MG. O caso do licenciamento ambiental é um exemplo de deficiente autodescrição da dogmática jurídica tradicional, pois o que é delimitado como seu conteúdo se afasta do limite jurídico de estabilização temporal e o transforma num problema ético e moral. Enquanto a discussão teórica for impregnada de moral, a decisão contra ou a favor de autolicensing, supressão de licenças ou de etapas, e sobre procedimentos for simplificada (sem a percepção de que este procedimento é um meio pelo qual se reduz complexidade e esta redução está vinculada ao objeto em si e não ao procedimento), continuará a fazer análises lineares que já não respondem a complexidade que hoje se pode descrever. (PRESTES; TABORDA, 2019, p. 19).

Poder-se-ia cogitar, também, em uma nova forma de pensar os negócios que integrasse conceitos ecológicos e éticos aos econômicos na tomada de decisões por parte dos empresários, criando princípios e exigências de responsabilidade ambiental-social. A solução estaria então em abandonar a meta do resultado a curto-prazo, e incluir outros tipos de retornos, a maioria deles sociais, mas muito outros econômicos, originados a partir da preservação do meio ambiente (GILLIS, 1991, p. 164).

Nesse ponto, indaga-se qual seria a “conta certa” a ser realizada pelos empresários da mineração, desde o início da implementação do seu negócio. Sugere-se que a matemática do lucro anual com a produção de minérios seja feita, inicialmente, subtraindo-se a “taxa de desconto ou de retorno de capital”, a qual inclui os gastos com a construção das barragens, bem como os pagamentos de indenizações e multas administrativas em decorrência de possíveis “acidentes”.¹¹

¹¹ Vale à pena mencionar que, no caso das florestas tropicais, incluem o papel dos preços (dos terrenos) e a necessidade de se incluir o custo da degradação na conservação dos recursos naturais- este pode ser calculado levando-se em conta o investimento necessário para se recuperar o solo da erosão e do assoreamento; a natureza de bem-público das florestas tropicais, e o seu valor de um ponto de vista mundial e a questão da geração de benefícios extras, como: estabilização climática local, manutenção de um fundo de material genético, proteção de bacias hidrográficas, e regulação do escoamento de águas; e incorporação da contabilidade dos recursos naturais nos modelos de contabilidade da renda nacional(PIB): a aferição da performance do sistema econômico é falha ao distorcer o papel dos recursos naturais nos processos econômicos, já que o esgotamento do solo, minerais, hidrocarbonetos, e as florestas não são contabilizadas- uma assimetria que dá origem a

Considerando essa variável, na prática, quanto mais seguras as técnicas utilizadas na edificação das barragens, apesar de implicar em um custo inicial mais alto, resultaria em menos riscos de danos colaterais, e, conseqüentemente, menos gastos futuros. Por outro lado, quanto menor o investimento de partida, mais arriscadas, e maiores as chances de produzir danos colaterais, como a responsabilização civil e administrativa da empresa.

Após a subtração da “taxa de desconto”, seria necessário somar o “retorno perpétuo”, isto é, o lucro advindo da comercialização dos subprodutos do rejeito, uma outra área de negócio ainda não explorada pelas mineradoras tampouco por microempreendedores locais. Cabe ressaltar que este lucro não se resume ao aspecto econômico, mas implica principalmente em ganho de cunho social e ambiental por apresentar uma resposta ao “reuso” do rejeito da mineração e prevenir os desastres sociais resultantes da atividade de mineração.

Na prática, essa nova mentalidade empresarial incluiria os fluxos de retorno do uso comercial dos produtos do rejeito, como a reutilização de areia, argila e minério de ferro; além de artefatos voltados à construção civil, como “blocos de lama prensados” para a alvenaria, pavimentação e construção sustentável (FIOROTTI, 2015).

A título de exemplo, a partir da reutilização de “400 toneladas de rejeitos, é possível construir 40 casas de até 45 m²” (FIOROTTI, 2015). Além disso, a aplicação dessa técnica é capaz de gerar a economia de areia e brita, bem como a redução do volume de sólidos nas barragens de rejeitos, permitindo o abastecimento dos aquíferos e dos lençóis freáticos e a regulação do escoamento da água (FIOROTTI, 2015).

É possível questionar se ainda haveria outras respostas. Nesse sentido, outra saída seria a adoção de técnicas de bio construção ou edificação baseada no princípio do mínimo impacto ambiental possível. Conseqüentemente, haveria a utilização de matéria bruta local, como terra, pedra, palha e madeira, e técnicas eficientes que levam em conta as “condições climáticas, para que os elementos naturais, como o sol e o vento, sejam usados como aliados na obra” (BARATTO, 2019).

Neste cenário pós-desastres resultantes da atividade mineradora, pode-se também incluir na lista de propostas os geopolímeros. Inspiração proveniente de pesquisas no laboratório Centro Federal de educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET - MG), eles surgiram de um estudo de aproveitamento de rejeitos da construção civil, agroindústria e da mineração. Semelhantes ao cimento

práticas anômalas e não-econômicas- Malcolm. Economics, ecology and ethics: mending the broken circle for tropical forests. In: BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). *Ecology, economics, ethics: the broken circle*. Londres: Yale University Press, 1991. p. 174 a 177.



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721

da antiguidade empregues em construções como o Coliseu e as pirâmides do Egito, já são utilizados em países com tradição mineradora, como a Austrália, onde registra-se seu uso na construção de rodovias e aeroportos.

A utilização dessas novas técnicas, além de produzir benefícios ao meio ambiente por meio da proteção do solo e da água, pode resultar ainda em um efeito social positivo: a geração de um fluxo anual de renda perpétuo para novos empreendedores locais (BORMANN; KELLERT, 1991, p. 164), ou mesmo para as próprias empresas mineradoras. Trata-se de solução sustentável e socialmente responsável baseada na economia circular que oferece uma chance de “fechar o círculo” em torno da geração de produto, rejeito, reaproveitamento, e retorno ao mercado, com a geração simultânea de renda e emprego.

Em resumo, pode-se afirmar que há soluções viáveis para reverter os efeitos desastrosos de uma mineração irresponsável, que incluem uma postura mais consciente dos empresários da área, ao considerarem o preço social e ambiental que o lucro a curto-prazo pode gerar. Portanto, situações que levem a optar pela adoção de técnicas mais seguras de construção de barragens. Por outro lado, mostra-se crucial o exercício de uma fiscalização mais regular e eficiente por parte dos órgãos públicos ambientais, incluindo a exigência de expedição de laudos técnicos sérios e imparciais, atestando a estabilidade do empreendimento, ou indicando a necessidade de adoção de medidas reparadoras, mas, sobretudo, de medidas preventivas de danos socioambientais.

As consequências avassaladoras que um desastre como o Mariana e de Brumadinho tem sobre o desenvolvimento econômico e social, tanto em número de mortes, como em impacto financeiro e rebaixamento dos níveis de qualidade de vida das populações atingidas, demandam esse tipo de exigências. Não menos importante é a necessidade de este tipo de atividades (vinculadas situacionalmente) serem devidamente ponderadas com outros interesses localizados no mesmo território. Isso particularmente denota a necessidade da existência de um planejamento territorial (e urbano) que articule estas atividades com outras que coexistem no território. Consequentemente, torna-se possível prever de forma antecipada as consequências resultantes de um eventual desastre. A perspectiva integradora do planejamento territorial – que permite olhar para o território ponderando os vários interesses existentes sem que qualquer um deles tenha, à partida, um maior peso – permite atuar preventivamente, por exemplo, evitando certas localizações (como assentamentos urbanos) à

juzante das barragens ou impondo exigências acrescidas à implantação destas atividades que permitam torna-las mais compatíveis com as restantes atividades humanas preexistentes¹².

Neste sentido, não se pode olvidar a apresentação do papel do Estado como protagonista do processo de urbanização eficaz, conforme alegação a seguir:

Por conseguinte, o controle urbanístico precisa ser tratado como matéria de Estado e não de Governo, ser permanente, contínuo e eficaz. O urbanismo precisa resgatar sua função precípua, utilizar as ferramentas tecnológicas existentes, atualizar-se para acompanhar a complexidade das cidades. (PRESTES; TABORDA, 2019, p. 20).

Igual relevo assume a necessidade de suscitar a participação da coletividade sujeita às fontes de perigo na tomada das decisões quer as possam afetar, quer porque apenas com a co-envolvência da população potencialmente afetada se poderão pôr em execução medidas de gestão de risco, já que tais medidas necessitarão, em grande parte, do seu consentimento, quer porque será sobre a coletividade que recairá, a mais das vezes, o empenhamento para a sua promoção (que podem consistir, inclusive, na deslocalização das populações). Para garantir esta participação é fundamental assegurar que o público conheça tudo quanto pode acontecer (direito à informação); que exprima a sua opinião (direito de ser consultado); que tal opinião seja tomada em consideração pelo decisor; e que conheça o teor da decisão e os motivos que a determinaram (OLIVEIRA; LOPES, 2012).

Conclusão

Ao longo do presente artigo propôs-se refletir acerca do rompimento do ciclo ecologia-economia-ética, suas origens e consequências no contexto dos desastres humanos ocorridos em Mariana e Brumadinho. Diante dessa análise, pode-se questionar se seria possível atribuir ao ser humano a responsabilidade de todas as mazelas que assolam a civilização. Se seria mesmo ele o vilão que se imagina, agindo consciente das consequências devastadoras que pode causar ao meio ambiente, ou se seria ele vítima da sua própria ignorância, cegueira ou insensatez. De todo modo, enquanto “ser racional” que se coloca no comando do universo, como se representante de Deus na

¹² Efetivamente, o planejamento urbano, como instrumento e processo de ponderação dos vários interesses com repercussão na ocupação do solo, apresenta-se como um instrumento adequado para antecipar riscos e perigos, incorporando regras de uso do solos que ou afastam a ocupação humana de certas situações de risco devidamente identificadas no seu procedimento de elaboração ou preveem medidas de minimização ou de reação a esses riscos.

Terra fosse, torna-se responsável pelas consequências de suas ações.

Por outro lado, mostra-se imperioso dar um basta à era antropocêntrica, orientada pelo máximo benefício à espécie humana em detrimento das demais – todas elas tidas como inferiores. Não se pode mais aceitar a busca do lucro a curto prazo, independentemente das consequências para a natureza, sendo inaceitável impor à sociedade conviver com os resultados de desastres humanos como os de Mariana e Brumadinho. É preciso, pois, restaurar o ciclo ecologia-economia-ética.

Pode-se questionar, no entanto, como seria possível superar essa crise de valores e recuperar o equilíbrio perdido, como expresso por Bormann. Ou ainda de que maneira seria possível conscientizar os atores econômicos de que todos os seres estão conectados, e necessitam de uma biosfera limpa e de todos os seus componentes. E como (e se) seria possível mudar o olhar para a natureza sem visualizar cifras e benefícios exclusivamente para a espécie humana.

Após a apreciação do tema realizada no presente artigo, pode-se afirmar que o resgate da harmonia entre as três ciências depende de uma mudança de consciência e comportamento: de egoísta a inclusivo, de lucrativo a harmonioso. É preciso abandonar técnicas predatórias, como a prática da mineração baseada em barragens construídas por alteamento a montante.

Ademais, é imperioso contornar os resultados das atividades altamente arriscadas para o meio ambiente por meio do emprego de modelos criativos. Pode-se citar, como exemplo, as técnicas relacionadas à bioconstrução e a utilização dos geopolímeros, voltados ao aproveitamento de rejeitos da construção civil, agroindústria e da mineração, capazes de oferecer uma resposta aos resíduos desses empreendimentos, direcionando-os, por exemplo, à construção de rodovias e aeroportos, como já acontece no continente australiano.

Essas soluções podem ainda gerar um fluxo anual de renda perpétuo para empreendedores locais, ou mesmo aos mineradores, além de apresentar uma solução baseada na economia circular, “fechando o círculo” de criação de produto, rejeito, reaproveitamento, e retorno ao mercado, gerando renda e emprego.

Pode-se ainda questionar o porquê de até o momento não ter sido possível implementar essas mudanças de forma a impactar positivamente na relação homem-ambiente. E ainda se a culpa seria dos economistas, dos filósofos, ou dos próprios ambientalistas. Ou o porquê de não se conseguir convencer os gestores públicos, tampouco os empreendedores, da importância de se incluir os custos sociais e ambientais no cálculo da lucratividade das atividades econômicas.

Sugere-se que o equívoco estaria em focar demasiadamente em parâmetros dificilmente mensuráveis (socioambientais) e ignorar os argumentos de natureza econômica que ganham em persuasão, quando se incorpora no cálculo, por exemplo, a “taxa de desconto”. Trata-se de indagações que demandam análises mais profundas, e, mesmo assim, possivelmente de respostas cientificamente inalcançáveis.

Em conclusão, pode-se afirmar que o sistema de informação, em grande parte defeituoso, dá falsos sinais, que levam à deturpação do valor econômico do meio ambiente em prol da garantia de ganhos ilusórios e insustentáveis de curto-prazo. Ademais, no contexto da atividade mineradora, sugere-se que a omissão da “taxa de retorno” no cálculo dos lucros da empresa tende a sustentar o comportamento atual dos empresários. Isso porque, diante da ausência de uma análise de custo-benefício que inclua todos os gastos e prejuízos reais, e todas as vantagens reais nas decisões que envolvam projetos de repercussão socioambiental, impediria a prática de uma boa economia.

Consequentemente, se considerada a “taxa de retorno” desde o início da implementação do negócio, poder-se-iam alcançar decisões diferentes. Incluir-se-ia, por exemplo, a adoção de técnicas mais seguras de construção de barragens – com a substituição do alteamento a montante pelo a jusante. Além disso, poder-se-ia alcançar o comprometimento com a produção do menor impacto social e natural possível, incentivado por meio da prática de fiscalização mais regular e eficaz das instalações e a sua manutenção periódica, conforme a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)

Finalmente, pode-se afirmar que, para se restabelecer o ciclo interrompido entre economia, ecologia e ética, é crucial o papel dos argumentos econômicos para reforçar os de ordem biológica e ética. Com isso, seria possível alcançar a reformulação das políticas públicas que resultem na regulamentação e disciplina no cumprimento das normas de segurança e de proteção ambiental, no controle e fiscalização da utilização de recursos naturais. Ademais, mostra-se crucial um movimento de conscientização da importância da preservação do meio ambiente e, em especial, uma virada na mentalidade dos governantes e dos empreendedores no sentido de colocar os superávits e retornos lucrativos em segundo plano, e priorizar a defesa da vida em todas as suas formas.

Bibliografia

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008.

BORGES, Sérgio. O desastre da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais: aspectos socioambientais e de gestão na exploração de recursos minerais. **Revista Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia**. v. 27, n. 2, p. 301-312, 2018. DOI: 10.15446.

BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). **Ecology, economics, ethics: the broken circle**. Londres: Yale University Press, 2009.

BOSCOSV, Maria Eugênia Gimenes. Tragédia de Brumadinho revela falta de aprendizado com Mariana. **Jornal da USP**, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/tragedia-de-brumadinho-revela-falta-de-aprendizado-com-mariana/>. Acesso em: 29 jan. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Nota informativa**: possíveis impactos dos rejeitos de Brumadinho no Rio São Francisco. 2019. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/nota-informativa-2013-possiveis-impactos-dos-rejeitos-de-brumadinho-no-rio-sao-francisco>. Acesso em: 14 fev. 2019.

BRASIL. **Constituição Federal da República de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 02 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Trata da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 5 maio 2021.

BRASIL. **Lei 10.257 de 10 de julho de 2001**. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 02 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Integração. **Manual de desastres humanos**, v. II, 2007. Disponível em: http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=babddf6a-67fd-4c60-9ab4-c4f8d43e60f2&groupld=10157. Acesso em: 16 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução No. 237 de 19 de dezembro de 1997**. Trata do licenciamento ambiental. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em 02 ago. 2021.

BUARQUE, Sérgio. **Construindo o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2011.

CRISPIM, Maristela. **Rejeitos da barragem da Vale podem atingir o rio São Francisco**. Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://agenciaeconordeste.com.br/rejeitos-da-barragem-da-vale-podem-atingir-rio-sao-francisco/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

CRUZ, Antônio. **Desastre de Mariana abala saúde mental das populações atingidas**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em:



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721

<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/estudo-mostra-efeitos-do-desastre-de-mariana-na-saude-mental-dos-atingidos>. Acesso em: 30 nov. 2018.

DIAS, Leandro P. Plano de fechamento de mina: alternativas para reutilização da Área impactada. *In: Revista gestão e sustentabilidade ambiental*. Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 371-394, abr./set. 2016.

FIOROTTI, Ricardo. **E se a lama que devastou Bento Rodrigues fosse usada para reconstruir casas?** Ouro Preto. 2015. 1 vídeo (2:24 min.). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IWEhcrIDGA0>. Acesso em: 14 fev. 2019.

GILLIS, Malcolm. Economics, ecology and ethics: mending the broken circle for tropical forests. *In: BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). Ecology, economics, ethics: the broken circle*. Londres: Yale University Press, 2009.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2000.

LOVELOCK, James. **Gaia: cura para uma planta doente**. São Paulo: Cultrix, 2006.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; BAHRENS III, William W. **Limits to growth: the 30-year update**. Chelsea: Chelsea Green Company, 2004.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (MPMG). **Ação Civil Pública nº 5000053-16.2019.8.13.0090**, de 29 de abril de 2019. Minas Gerais: Força Tarefa Brumadinho, 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (MPMG). Grupo de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado (GAECO): **Inquérito Civil no MPMG 0090.16.000311-8**. Brumadinho: Tribunal de Justiça de Minas Gerais, 2019 (MPMG, 2019b).

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (MPMG) – site oficial. **MPMG e PCMG finalizam investigações sobre o rompimento da barragem em Brumadinho**; 16 pessoas são denunciadas por homicídio qualificado e crimes ambientais. Brumadinho: MPMG, 2019. (MPMG, 2019c). Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/comunicacao/noticias/mpmg-e-pcmg-finalizam-investigacoes-sobre-o-rompimento-da-barragem-em-brumadinho-16-pessoas-sao-denunciadas-por-homicidio-qualificado-e-crimes-ambientais.htm>. Acesso em: 03 ago. 2020.

MONTEIRO, Isabella Pearce de Carvalho, **Teoria Geral e Princípio do Desenvolvimento Sustentável. Conciliando Desenvolvimento, Ambiente e Justiça**, Dissertação de Doutoramento apresentada e discutida na Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, 2020.

MOURA, Emerson Affonso da Costa. As políticas públicas urbanas brasileiras e a gestão democrática: o controle social na efetivação do direito à cidade. **Revista de Direito da Cidade**, vol. 08, nº 3. p. 1064-1095, 2016.

MOSCOVICI, Serge. **A sociedade contra a natureza**. *In: GONÇALVES, Carlos Walter Porto. Os (des)caminhos para o meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2000.

MYERS, Norman. Biological diversity and global security. *In: BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). Ecology, economics, ethics: the broken circle*. Londres: Yale University Press, 2009.



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721

OLIVEIRA, Cleidson Gomes; GIUDICE, Dante Severo. Impactos ambientais urbanos: o exemplo do bairro da Vila canária – Salvador-BA. In **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Campinas, 2017, DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.2533 - ISBN 978-85-85369-16-3

OLIVEIRA, Fernanda Paula; Lopes, Dulce. Catástrofes Naturais e Direito do Urbanismo. In: **Direito das Catástrofes Naturais**, coord. Carla Amado Gomes, Coimbra, Almedina, 2017.

PIEPER, Oliver. **Brumadinho**: queixa contra TÜV SÜD avança na Alemanha. DW: Made for minds, 2020. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/queixa-contra-t%C3>. Acesso em: 03 ago. 2020.

POEMAS. **Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG)**. Belo Horizonte: Mimeo, 2015.

PRESTES, Vanêsa Buzelato; TABORDA, Maren Guimarães. Desastres ambientais, corrupção urbanística e esfacelamento do Estado: O que o assassinato de Marielle Franco tem a ver com isso. **Revista da Faculdade Mineira de Direito**. vol.22, nº43, p. 01-24, 2019.

REHBEIN, Moisés Ortemar; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Impacto ambiental urbano: revisões e construções de significados. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 27, pp. 95 - 112, 2010.

ROLSTON III, Holmes. Environmental ethics: values in and duties to the natural world. In: BORMANN, F. Herbert; KELLERT, Stephen R. (org.). **Ecology, economics, ethics: the broken circle**. Londres: Yale University Press, 1991.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SCHETTKAT, Ronald. **The Behavioral Economics of John Maynard Keynes**. Wuppertal: Bersische Universität Wuppertal, 2018.

SILVA, Francisco Carlos da Cruz. Controle Social: Reformando a Administração Para a Sociedade in: **Perspectivas para o Controle Social e a Transparência da Administração Pública**. Brasília: Tribunal de Contas da União, Instituto Serzedello Corrêa, 2002.

SILVA, Pedro Luiz Barros e MELO, Marcus André Barreto de. O Processo de Implementação de Políticas Públicas no Brasil: Características e Determinantes da Avaliação de Programas e Projetos. Caderno do Núcleo de Estudos de Políticas Públicas da Unicamp n. 48. SILVA, Solange Teles. Políticas Públicas e Estratégia de Sustentabilidade Urbana. **Revista de Direito Ambiental da Amazônia**, agosto-dezembro 2003.

SILVA. Washington. Estudo do potencial de liquefação estática de uma barragem de rejeito alteada para montante aplicando a metodologia de Olson. **Repositório Institucional Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto**, 2011. p. 67. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2454>. Acesso em 03 ago. 2020.



SOARES, Ricardo. **Técnicos avaliam extensão do dano ambiental de rompimento da barragem**. Belo Horizonte. 2019. 1 vídeo (3:50 min.). Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/7332033/>. Acesso em: 26 jan. de 2019.

TECNOLOGIA: reaproveitamento de rejeitos. **Jornal Minas**. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/jornalminas/videos/555689801575975/?v=555689801575975>. Acesso em: 14 fev. 2019.

TREVIZAN, Karina. **Perda de R\$ 71 bilhões em 1 dia da Vale é a maior da história do mercado brasileiro**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/>. Acesso em: 14 fev. 2019.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE MINAS GERAIS (TJMG). **Termo de Transação e Ajustamento de Conduta Proc. No 0069758-61.2015.4.01.3400**. Belo Horizonte: 12ª Vara Cível/Agrária de Minas Gerais, 2018.

VALE. **Barragem:** lista de pessoas sem contato. 2019. Disponível em: <http://brumadinho.vale.com/listagem-pessoas-sem-contato.html>. Acesso em: 14 fev. 2019

VALE. **Entenda as barragens da Vale**. 2019. Disponível em: <http://brumadinho.vale.com/Entenda-as-barragens-da-Vale.html>. Acesso em: 28 jan. 2019.

VIOLA, Eduardo J.; LEIS, Hector R. O ambientalismo multisetorial no Brasil para além da Rio-92: o desafio de uma estratégia globalista estável. *In*: VIOLA, Eduardo J.; LEIS, Héctor R.; WARREN-SCERER, Ilse; GUIVANT, Julia Silvia; VIEIRA, Paulo Freire; KRISCHKE, Paulo José. **Meio Ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as ciências sociais**. São Paulo: Cortez, 1998.

Sobre as autoras:

Márcia Dieguez Leuzinger

Pós-Doutorado em direito Ambiental pela University of New England (Austrália - 2016). Procuradora do Estado do Paraná em Brasília e professora de Direito Ambiental e de Direito Administrativo da graduação e do Programa de Doutorado e Mestrado do Centro Universitário de Brasília – UNICEUB.

Centro Universitário de Brasília - UNICEUB, Brasília, DF, Brasil

Lattes: Orcid:

E-mail: marcia.leuzinger@ceub.edu.br

Fernanda Paula Marques de Oliveira

Professora da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, especialista em direito do urbanismo e do ordenamento do território

Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8021-7020>

E-mail: fpaula@fd.uc.pt



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721

Grace Ladeira Garbaccio

Professora do Programa Stricto Sensu do Mestrado em Direito e do Mestrado em Administração Pública do Instituto IDP. Doutora e mestre em Direito pela Universidade de Limoges/ França – reconhecido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do curso de pós-graduação lato sensu da FIA, ESPM, FMU.

Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP), São Paulo, SP, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4891035484304681> Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0658-9472>

E-mail: glgarbaccio@hotmail.com

Tatiana Reinehr de Oliveira

Doutoranda em Direito Políticas Públicas pelo UniCEUB – Brasília- DF, professora e advogada - OAB - DF 17175, bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Centro Universitário de Brasília - CEUB, Brasília, DF, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5760212222980729>

E-mail: tatianaro25@gmail.com

As autoras contribuíram igualmente para a redação do artigo.



Rev. Dir. Cid., Rio de Janeiro, Vol. 14, N.03., 2022, p. 1965 - 1992.

Márcia Dieguez Leuzinger, Fernanda Paula Marques de Oliveira, Grace Ladeira Garbaccio e Tatiana Reinehr de Oliveira

DOI: 10.12957/rdc.2022.59954 | ISSN 2317-7721