

DESENGENHARIA: UM DESAFIO A SER PENSADO NOS EMPREENHIMENTOS MINERÁRIOS DO SÉCULO XXI¹ *DESENGINEERING: A CHALLENGE TO BE THOUGHT INTO 21st CENTURY MINING ENTERPRISES*

Tiago Soares Barcelos² Loyslene de Freitas Mota³ Pedro Luiz Teixeira de Camargo⁴ Valmir Percival Guimarães⁵ 

Resumo: Dentro da estrutura da economia industrial pouco ou nada se fala acerca da descontinuidade dos projetos industriais, como a proposta da desengenharia. Sendo assim, de modo a contribuir com este importante debate, que este artigo de revisão bibliográfica se propõe a discutir sobre a importância dos planos de desengenharia nos grandes complexos minerários, trabalhando especificamente com os planos de fechamento de mina. Como resultados, podemos observar que ainda falta um arcabouço jurídico acerca do tema, haja vista a pressão dos grandes aglomerados empresariais em cima do poder público. Outro ponto importante a ser observado é a falta de planos de fechamento de mina, culminando com muitas destas sendo abandonadas, trazendo prejuízo social e ambiental em todo o território nacional. Como medidas práticas para os problemas descritos, propõe-se que mais trabalhos acerca do tema sejam realizados. É necessário que as empresas minerárias passem a ter um montante monetário exclusivo para atividades planejadas de fechamento de mina, todo empreendimento e ser projetado para operar o seu fechamento, evitando assim as minas abandonadas que deixam um imenso passivo ambiental para a sociedade. Por último, o projeto de lei 2.313/2003 precisa ser efetivado, tornando obrigatório o seguro ambiental em todos os projetos de licenciamento que causem impacto ao ambiente natural.

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e pelo Núcleo de Estudos em Sustentabilidade e Gestão Ambiental (NESGA/UNIFESSPA).

² Doutor em Geografia Humana, Universidade de São Paulo (USP) e

tiago.barcelos@unifesspa.edu.br

³ Graduada em Engenharia Civil, Faculdade Pitágoras e loyslenef_mota@hotmail.com

⁴ Doutor em Ciências Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e

pedro.camargo@ifmg.edu.br

⁵ Doutor em Teoria da Literatura e Literatura Comparada, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e guimaraes.valmir@posgraduacao.uerj.br

Palavras-chave: Fechamento de Minas, Passivos Ambientais, Economia Ecológica, Desengenharia.

Abstract: Within the structure of the industrial economy, little or nothing is said about the discontinuity of industrial projects, such as the dis-engineering proposal. Therefore, in order to contribute to this important debate, this bibliographic review article proposes to discuss the importance of engineering plans in large mining complexes, working specifically with mine closure plans. As a result, we can observe that there is still a lack of a legal framework on the subject, given the pressure of large business agglomerations on top of the public power. Another important point to be noted is the lack of mine closure plans, culminating in many of these being abandoned, bringing social and environmental damage throughout the national territory. As practical measures for the problems described, it is proposed that more work on the subject be carried out. It is necessary that mining companies start to have an exclusive monetary amount for planned mine closure activities, every enterprise and be designed to operate its closure, thus avoiding abandoned mines that leave an immense environmental liability for society. Finally, bill 2,313/2003 needs to be implemented, making environmental insurance mandatory in all licensing projects that impact the natural environment.

Keywords: Mine Closure, Environmental Liabilities, Ecological Economics, Desengineering.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico por muito tempo vem se pautando no crescimento industrial, que amplia a degradação ambiental, e em teoria, aumenta o bem-estar da sociedade. A economia industrial é composta por duas abordagens, sendo uma tradicional (*mainstream*) e uma alternativa (schumpeteriana/institucionalista). A questão central de ambas as abordagens consiste no funcionamento das firmas e dos mercados, divergindo no modo de análise. A primeira abordagem parte do trabalho de Joe S. Bain e M. Scherer, utilizando o modelo de estrutura-conduta-desempenho. Esse modelo compreende como se realiza a alocação dos recursos escassos, tendo como objetivo o equilíbrio e a maximização dos lucros. A segunda abordagem ligada a Joseph Schumpeter estuda a dinâmica relacionada à criação das riquezas das empresas, que parte do princípio que não é pela minimização dos custos que a riqueza é construída, e sim, pela capacidade das firmas em inovar (KUPFER; HASENCLEVER, 2002).

Kupfer e Hasenclever (2002) compreendem que a economia industrial parte da natureza e objetivo das empresas, que são explicadas por Penrose (1959) e Chandler (1992). Para o primeiro autor (Penrose) estas não são facilmente observáveis fisicamente, possuindo uma complexa definição do que realmente representam. Contudo, torna-se importante considerar as características de cada empresa de acordo com seus interesses. Já o segundo autor (Chandler), as compreende como entidade legal e administrativa, que produzem bens e serviços e que por intermédio de contratos e uma clara divisão dos trabalhos, busca a maximização dos lucros.

Notamos que dentro da estrutura da economia industrial não se fala da descontinuidade dos projetos industriais, como a proposta da desengenharia, conforme preconiza Sanchez (2001). Isso deriva da necessidade de políticas ambientais, pois conforme a industrialização foi atingindo sua maturação, os impactos dessas atividades no ambiente natural e na sociedade tem ganhado importância. Sánchez (2001, p. 17) destacou que apesar da mineração começar,

de forma embrionária, a pensar nessas questões, “o mesmo não se passa com a maioria das atividades industriais”. As indústrias mais cedo ou mais tarde tendem a fechar, por diversas razões (econômicas, sociais, comerciais, ambientais, etc.) criando rugosidades espaciais que precisam ser trabalhadas.

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

Nesse sentido, deve-se entender que a desengenharia é um processo que visa a redução do passivo ambiental das indústrias, considerando o ciclo de vida dos projetos para além do seu funcionamento, criando políticas para desativação dos empreendimentos industriais e otimizando o uso do solo (SANCHEZ, 2001.; FOLADORI, 2002.; PORTELLA, et al, 2010.; MOTA, et al, 2021).

Sendo assim, o objetivo do presente artigo é debater acerca da importância de se ter planos de desengenharia para os grandes complexos minerários, analisando o conteúdo da proposta da desengenharia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O espaço das empresas minerais: da totalidade ao local

A totalidade e o local são resumidas por Santos (2017, p. 332) em três problemáticas centrais, sendo:

- 1) O espaço geográfico assim remodelado é, aqui, considerado como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações;
- 2) No plano global, as ações, mesmo “desterritorizadas”, constituem normas de uso dos sistemas localizados de objetos, enquanto no plano local, o território, em si mesmo, constitui uma norma para o exercício das ações.

A partir dessas duas ordens, se constituem, paralelamente, uma razão global e uma razão local que cada lugar se superpõem e, num processo dialético, tanto se associam, quanto se contrariam. É nesse sentido que o lugar defronta o Mundo, mas também, o confronta graças a sua própria ordem.

Santos (2017, p. 205) destacou que “o novo espaço das empresas é o mundo”, sendo que a “maioria das empresas não são, apenas, multinacionais, são globais”. Entretanto, seus impactos são locais e territoriais, uns apresentando características transfronteiriças, pois os demandantes dos produtos e serviços muitas vezes desconhecem os processos. Um exemplo fora da mineração, mas que auxilia nessa compreensão, são as atividades de pecuária, visto que o consumidor final adquire um determinado corte em uma rede de hipermercado, mas devido não ter acesso ao processo, desconhece o sofrimento animal que está embutido no produto, além de outras questões.

Na mineração torna-se um problema ainda mais complexo, pois os minérios são vendidos *business to business* (B2B), tornando a visão do público final ainda mais turva. Ao se comprar um celular moderno não torna se possível a percepção de todo o fluxo do processo, pois alguns componentes apresentam minerais que podem derivar de trabalho análogo a escravidão ou semiescravo em algum lugar da África, ou da América do Sul. Além disso, há o problema das formas de obsolescência (programada e perceptivas)⁶ que estão alinhados com as métricas da economia industrial, afinal, se o objetivo consiste na maximização dos lucros, os produtos não podem ser feitos para durar. Esse problema não é só relacionado aos bens industriais, pois:

Em consequência, ao lado da emergência de novos setores industriais dinâmicos e do declínio relativo de outros, há em marcha um processo de obsolescência acelerada de indústrias de todos os setores. Isto

⁶ A obsolescência programada consiste em uma metodologia das firmas que produzem bens de consumo buscando planejar a vida útil do produto, para forçar o consumidor a trocar ou consumir mais. A obsolescência perceptiva é uma estratégia imposta à sociedade, por meio de manipulação midiática, criando uma cultura de consumo ao qual os próprios indivíduos reconheçam que um determinado produto está obsoleto, forçando a aquisição de novos bens.

significa que aumenta hoje em dia a quantidade de estabelecimentos industriais que são fechados ou desativados (SÁNCHEZ, 2001, p. 23).

Portella, et al. (2010) reforçam que alguns empreendimentos industriais no momento da sua desativação, criam um rastro de contaminação e degradação ambiental, emergindo impactos no ambiente natural, econômico e sociais. Para o autor, a desengenharia pode ser definida como uma fase do ciclo de vida do projeto que o empreendimento será desativado, para que, posteriormente, se dê uma nova destinação ao uso do solo. Dentro do ciclo de vida de um projeto industrial há diversas externalidades entre os processos, como: “a) implantação b) operação e, c) desengenharia, tendo como pano de fundo que existem várias revoluções tecnológicas com correspondentes problemas ambientais” (PORTELLA, et al., 2010, p. 2).

Sánchez (2001, p. 22) se indaga sobre o que fazer com obras e instalações antigas, “transformá-las todas em museus? Abandoná-las? Demolir tudo e construir algo novo”? Portella, et al. (2010, p. 2) destacam ainda que as externalidades se manifestam de várias formas, sendo: “[...] i) locais e reversíveis, ii) locais e irreversíveis, iii) globais e reversíveis e, iv) globais e irreversíveis, concluindo que a política deve constituir-se na internalização destas externalidades”. Isso remete a questões de escala, questões espaciais e temporais, capacidade de suporte, entropia, que Beck (2011) considera como irresponsabilidade organizada dentro da sociedade de risco global.

Devemos lembrar-nos do normativo jurídico relacionado à Resolução 23 de Janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que considera o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, direta ou indiretamente”, sendo dividido em grandes eixos que são afetados, sendo: “(I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Base importante para esse enfrentamento está na desengenharia, na qual, para Foladori (2002), é destacada a sua relevância, sobretudo ao considerar a evolução dos empreendimentos industriais durante dois séculos, nos quais, ao final, as infraestruturas eram abandonadas, acarretando diversos problemas. Esse autor, ainda destaca, no início de sua análise, uma série de complexidades, afinal: “em momentos em que o mundo se debate com guerras, greves, fome, golpes de Estado e desemprego, falar de avanços civilizatórios parecesse um absurdo. Porém, a realidade caminha assim, dialeticamente” (FOLADORI, p. 1).

Desse modo, Sánchez (2001, p. 78) demonstra que as principais características das barragens de rejeito são relacionadas a sua obsolescência, riscos de ruptura, estrutura obsoleta, sedimentos acumulados, grande superfície degradada e contaminação dos solos e das águas subterrâneas, tornando estes os passivos ambientais mais graves dessa infraestrutura, ainda mais por não se ter um inventário que contemple todas questões.

O IBRAM (2019) segue essa lógica do ciclo de vida, pois há atividades após o encerramento, conforme Figura 1.

Figura 1 - Etapas do ciclo de vida dos projetos minerais.



Fonte: IBRAM (2019, p. 15).

É importante destacar que o pós-encerramento é considerado um período após a completa implementação das medidas de desativação ou descaracterização das estruturas minerais. No qual, o monitoramento e a

manutenção, são pensados a longo prazo, dentro de objetivos de avaliação de desempenho (IBRAM, 2019, p. 16). Isto posto, demonstra-se uma evolução pela perspectiva temporal, mas não abrange a provocação da desengenharia.

Para Foladori (2002), há riqueza da proposta da desengenharia quando se adiciona a literatura econômica sobre solos. O exemplo que esse autor utiliza refere-se a “[...] um terreno melhor localizado, ou com uma topografia mais adequada para os fins do investimento, tem um preço maior que outro distante dos mercados ou com uma geomorfologia que requer de maiores investimentos de capital” (FOLADORI, 2002, p. 4).

Basicamente, consiste nas categorias de renda da terra (ou solo), que Barcelos, Outeiro e Pinto (2019) apresentam em um resumo bibliográfico da renda diferencial, renda absoluta e renda de monopólio. Para esses autores, consiste em afirmar que “[...] o capital possui impacto nas relações sociais, com poder coercitivo de uma classe para outra”, sendo o Planeta Terra um “[...] palco de conflitos e de disputas por diferentes grupos, com discrepantes níveis de influência e de defesa. Nas diversas classes, os camponeses compõem o grupo com menor poder de barganha e de veto às decisões acerca da utilização do solo” (BARCELOS; OUTEIRO; PINTO, 2019, p. 15).

Isto posto, à terra, ou seja, o solo, apresentam riquezas dispares em determinados locais e territórios. Há algumas terras que apresentam um sobre lucro devido suas especificidades, o que torna todo seu complexo logístico mais eficaz, reduzindo custos de produção. Logo, pode considerar que assim como na agricultura, a mineração apresenta as mesmas características, havendo uma renda diferencial, absoluta e principalmente de monopólio, que gerará lucros acima da média. Em outras palavras, o preço da produção, devido à qualidade do solo e facilidades logísticas, fica bem abaixo do preço de mercado, como é o caso da mineração no Complexo Carajás.

Devido ao alto teor de pureza as minas compreendidas nessas regiões apresentam custos operacionais bem abaixo do mercado, pois alguns processos produtivos, a exemplo do beneficiamento, não são contemplados. Com isso, ao se pensar no mercado da China, o minério extraído no Complexo Carajás torna-

se mais competitivo com relação às minas localizadas na Austrália, e outras regiões, compensando os custos do frete.

Coelho (2019, p. 161) destacou que além da exploração das vantagens do solo e do subsolo, as mineradoras expropriam o valor do trabalho, visto que “o excedente econômico proveniente da exploração acontece em detrimento da precedente economia local, o que pode estender desigualdades e empobrecer populações”.

Caminhando nesse sentido, Foladori (2002, p. 5) estende sua análise aos passivos sociais, pois “assim como começam a ser punidos os investidores que lucram explorando a natureza além dos limites de reciclagem natural, também começa a ser punidos os lucros derivados de relações sociais de produção imorais”.

Logo, percebemos a amplitude do conceito de ciclo de vida quando incorporado elementos relacionados à desengenharia, afinal, devemos ter em mente estes fatores para se avaliar a viabilidade dos negócios. Não se pode, e nem se deve pautar apenas pelas questões financeiras e técnicas, ou pelos impactos ambientais, pois dentro do metabolismo do planeta, as espécies vivas (humanas e não humanas) constituem um fator determinante para a implementação e viabilidade empresarial.

A sociedade de risco é uma realidade e para que os desencadeamentos produtivos se tornem otimizadores às análises e fundamentações devem ser pautadas pelo devir. A desengenharia vem em cima dessa proposta, considerando as rugosidades espaciais, pois Sánchez (2001, p. 33) afirma que “a reutilização de um imóvel industrial pode dar-se de diferentes maneiras”. O autor destaca que “as construções podem ser tratadas separadamente dos terrenos, demolidas, mantidas em seu estado ou reformadas, e os novos usos podem ser os mais variados” (SÁNCHEZ, 2001, p. 33).

Ao entrar especificamente na questão mineral, temos a desativação dos empreendimentos industriais, algo que o setor apresenta maior tradição sobre a temática, dado as características de exaustão das reservas. Outros fatores que podem restringir um determinado produto são as questões ambientais e

problemas gerenciais, que impactam diretamente nos componentes de decisão de um dado projeto. Isto posto, a fase que consiste no projeto de engenharia deve ser contemplado, afinal há custos, e estes custos deverão emergir em algum momento no tempo, para que não se gere passivos ambientais para a sociedade dado as suas rugosidades espaciais (SÁNCHEZ, 2001).

Na Tabela 1 é apresentada algumas características para a desativação de empreendimentos.

Tabela 1 - Algumas características da desativação de empreendimentos.

Empreendimento	Vida útil	Principais razões para o fechamento	Principais passivos ambientais
Indústrias	Indeterminada	Obsolescência Mercado Impactos ambientais	Solos contaminados Aquíferos poluídos Resíduos tóxicos
Minas	Determinada, mas variável	Exaustão Obsolescência Mercado Impactos ambientais	Escavações Áreas de subsidência Áreas alagadas Pilhas de estéreis Barragens de rejeito
Depósitos de resíduos	Determinada, mas variável	Exaustão Mercado Impactos ambientais	Riscos de migração de poluentes e de explosões de gás Solos contaminados
Infraestrutura de transportes	Indeterminada	Obsolescência Incompatibilidade com o tecido urbano	Solos contaminados Aquíferos poluídos Resíduos tóxicos
Usinas termelétricas	Indeterminada	Obsolescência Mercado Impactos ambientais	Solos contaminados Aquíferos poluídos Resíduos tóxicos

Instalações nucleares	Determinada	Obsolescência	Materiais radioativos
Barragens		Obsolescência	Estrutura obsoleta
	Indeterminada	Riscos de ruptura	Sedimentos acumulados
			Grande superfície degradada

Fonte: adaptado de Sánchez (2001, p. 78).

A mineração torna-se um objeto que necessita de uma construção pautada no devir, afinal, são recursos não renováveis que criam sistemas de ações e sistemas de objetos que se perpetuam nas horizontalidades e verticalidades geográficas. As infraestruturas para a exploração mineral são complexas, que dado a rugosidades espaciais, necessitam de um tratamento para que ao final do ciclo de vida do projeto tenha-se um tratamento econômico, recreativo, ambiental, comercial, social e/ou cultural. Todavia, já existem diversos empreendimentos minerais que foram abandonados ou estão inativos e que os empreendedores repartiram os lucros e dividendos deixando os passivos para a sociedade.

Existem milhares de minas abandonadas em diversas regiões do mundo, ao qual Sánchez (2001) destacou alguns números que merecem destaque. Nos Estados Unidos da América (EUA), no estado da Califórnia existem cerca de 2.500 minas abandonadas ou inativas. No Missouri cerca de 8.000, 20.000 no estado de Montana e Colorado e cerca de 80.000 no Arizona. No Canadá, na província de Ontário estima-se cerca de 6.000 minas nessas condições. Já na Inglaterra e no País de Gales o número chega próximo de 10.000 minas de carvão abandonadas. No Brasil, apenas em São Paulo, na bacia do Guarapiranga, estima-se 112 minas abandonadas. Observamos que em relação ao Brasil, não há uma contabilidade das minas abandonadas ou inativas.

Sánchez (2001) compreende que alguns países consideram que a garantia pela estabilidade tem caráter perpétuo, mesmo que não se tenha

clareza do termo, e que o projeto apresente uma análise que considere um período de duzentos anos. Para Barcelos, et al. (2019, p. 372) no Brasil existe uma “[...] falta de delimitação temporal nos textos legislativos”. Todavia, continuam, a legislação informa que é uma responsabilidade de longo prazo por parte do empreendedor, que compreende uma visão duradoura.

Essa questão encontra-se assim como eixo central para a presente pesquisa, pois compreender como os agentes pensam nesse tema é que dá o caráter de uma visão pautada no devir que assegure uma visão ética de longo prazo. É importante destacar que “nada garante que as grandes barragens, modernas pirâmides, durarão tanto quanto estas” (SÁNCHEZ, 2001, p. 77).

Destarte, fica evidente que há um enorme desafio visto que às incertezas são imensas. Todavia, a resposta não se torna possível sem abordagens econômicas, políticas e culturais. Veyret (2015) destacou que para a abordagem econômica tem relevância as suas necessidades de financiamento e investimento, já a abordagem política, deve considerar a elevada conjuntura de falência do Estado, o que cria problemas crônicos dentro do sistema metabólico. Por fim, a cultura, que se refere a mudança de paradigmas que a população necessita criar. A mudança de paradigmas ao se pensar na prevenção e gestão de risco deve contemplar abordagens conceituais importantes, como o “[...] primado da tecnologia, a resposta social e, hoje em dia, o desenvolvimento sustentável” (VEYRET, 2015, p. 108).

2.2 Soluções técnicas para o fechamento de mina e a economia ecológica

As soluções técnicas, que são indispensáveis no modelo industrial, não estão propiciando grandes evoluções quando se considera a economia dentro da tese de Beck (2011) referente a sociedade de risco. O ciclo econômico, além de desconsiderar questões biológicas e físicas que estão associadas a expansão comercial, existe a mercantilização dos riscos que desconsideram diversos riscos, já que o seu serviço buscará atender as demandas daqueles que podem pagar. Beck (2011, p. 28) destacou que “a fome pode ser saciada, necessidades podem ser satisfeitas, mas os riscos civilizatórios são um barril de necessidades

sem fundo, interminável, infinito, auto produzível”. Dessa forma, a economia industrial torna se “autorreferencial”, ou seja, um sistema completo, que molda todos os demais sistemas, até mesmo o biofísico. A consequência de tal ato torna a economia canibal do ambiente natural, pois “a sociedade industrial produz as situações de ameaça e o potencial político da sociedade de risco” (BECK, 2011, p. 28).

Conforme as técnicas evoluem, os riscos se expandem, tornando a sociedade refém de projetos que até são importantes, mas que devido a sua estrutura, processo, função e forma, tendem a agravar problemas sociais, ambientais e também econômicos. A resposta social vem da legitimidade institucional, mas que devido ao modelo hegemônico presente, criam nos políticos, preocupações regidas por pressões econômicas e financeiras. Por fim, o paradigma do desenvolvimento sustentável reafirma que as soluções técnicas podem resolver todos os problemas, fundado na crença do progresso técnico, que pode vir a se transformar no conto do cavalo de Samarra⁷ (VEYRET, 2015).

Para se alcançar um sentido na política, a economia ecológica trabalha com três pilares (distribuição justa, alocação eficiente e escala sustentável) que devem estar alinhados com pelo menos três instrumentos políticos básicos. A distribuição justa necessita de uma melhor distribuição de renda, pois o consumo conspícuo que está atrelado às classes que possuem maiores riquezas, nada mais são que externalidades negativas, principalmente para as futuras gerações. A alocação eficiente necessita do instrumento do mercado, ao menos quando a questão são bens privados (excludentes e rivais), entretanto, o mesmo não vale para os bens públicos e recursos comuns. A escala sustentável requer um limite social referente ao *throughput* (fluxo entrópico) dentro da capacidade de suporte dos serviços e funções ecossistêmicos, que contemple da absorção à regeneração (DALY; FARLEY, 2015).

⁷ Este conto ocorre na antiga Mesopotâmia, onde um soldado apavorado procura o rei solicitando um cavalo para ir até Samarra devido ter encontrado com a morte. O rei compreende o medo do soldado e lhe oferece o cavalo mais rápido, o seu melhor corcel. Entretanto, o rei mais tarde encontra com a morte, onde após a indagação do rei sobre o soldado, a morte afirma surpreso, pois aguardava o soldado em Samarra, naquela noite (TIEZZI, 1988).

Criar restrições com relação ao produto final (poluição) e limitar o fluxo de entrada da natureza (depleção), baseados na lei da entropia, é o instrumento adequado para o tema. Afinal, o mercado por si só não consegue distribuir de forma justa a riqueza, tão pouco, alcançar uma escala sustentável e uma alocação eficiente. Por este motivo que o mercado deve constar como terceira prioridade para os instrumentos políticos, pois há uma necessidade de realizar uma reengenharia social que altere os paradigmas contemporâneos (DALY; FARLEY, 2015).

Em outras palavras, entra-se novamente nos pilares da economia ecológica, pois para se combater a pobreza tem-se a distribuição justa, pois a restauração da dignidade dos excluídos se dá pela alocação eficiente e por fim, mas não menos importante a escala sustentável que pode garantir a proteção da natureza. Tudo isso considerando que a economia ecológica não tem, dentro da sua abordagem, o fim dos mercados, pois estes são necessários, apesar de questionáveis e controversos. Tudo é pautado na forma como o mercado interage com o metabolismo socioambiental sendo uma abordagem ética e responsabilidade intergeracional já seriam elementos fortes orientados pelo devir.

Todavia, o crescimento, que nada mais é que um aumento quantitativo no tamanho da economia, sempre será alvo de crítica da economia ecologia, pois dentro de um sistema fechado com recursos escassos torna-se utópico crer em um crescimento infinito. Para que fosse possível um crescimento infinito, como desejam os economistas neoclássicos, era necessário um *throughput* ilimitado (fluxo entrópico), que consiste no “fluxo de matérias-primas e energia do ecossistema global, que passa pela economia, e volta para o ecossistema global como resíduo” (DALY e FARLEY, 2016, p. 38).

Deste modo, devido os limites do *throughput*, os economistas ecológicos consideram que a noção do desenvolvimento mais plausível, pois significa um “aumento na qualidade dos bens e serviços, definido pela sua capacidade de aumentar o bem-estar humano, proporcionado por um determinado *throughput*” (DALY e FARLEY, 2016, p. 38).

Vivien (2015, p. 15) destaca que a economia ecológica é “uma espécie de revolução copernicana” que busca “uma inversão das perspectivas e hierarquias estabelecidas pelos economistas neoclássicos”. Portanto, seu objetivo é inserir “a economia no bojo da biosfera e das regulações ecológicas, de modo a permitir uma coevolução entre diferentes sistemas” (VIVIEN, 2015, p. 15).

Tiezzi (1988, p. 7) reforça que quando se pensa na cultura, “carece ao extremo de biologia e de termodinâmica e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos”. A vista disso, a economia ecológica se respalda em reduzir a economia a um subsistema, adicionando elementos da física, sociologia e ecologia, com responsabilidade ética e intergeracional. Logo, do ponto de vista da economia ecológica:

[...] a principal contribuição foi na delimitação teórica e operacional das relações entre a natureza e o sistema econômico tanto na direção de se estruturar um ciclo de prosperidade quanto na direção de se configurar um ciclo de pobreza, dependendo da forma com que se utiliza a base de recursos naturais da sociedade: sustentavelmente, predatoriamente, conservadoramente etc. (HADDAD, 2017, p. 32).

Romeiro (2011, p. 4) afirma que no esquema analítico convencional, quando se pensa na questão da sustentabilidade, se dá por um problema “de alocação intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes racionais, cujas motivações são fundamentalmente maximizadoras de utilidade”. Desta maneira, continua o autor, dentro da economia ecológica o problema “de distribuição intertemporal de recursos naturais” escassos ou não, é “o que pressupõem a definição de limites para seu uso (escala)” (ROMEIRO, 2011, p. 4).

A desengenharia busca assim como a economia ecológica e a geografia humana, uma inversão das perspectivas e hierarquias da sua própria área do conhecimento, pois a formação dos engenheiros apresenta peculiaridades que podem criar obscurantismo da totalidade ao local. Apresenta-se assim como uma mudança considerável, uma solução abrangente que reorganiza os sistemas naturais com os sociais e os econômicos. Podemos ampliar a tal ponto

que se torne uma abordagem que atue no combate à pobreza, a restauração e preservação daqueles que são atingidos e por fim, a eliminação ou mitigação do passivo ambiental.

Sánchez (2001, p. 95) destacou que os passivos ambientais estão se acumulando, as consequências são inimagináveis, assim, “no Brasil, os resultados de cinco séculos de descaso para com o meio ambiente tem-se manifestado de diferentes formas”. De um lado, as atuais gerações, que arcam com os custos econômicos e sociais das decisões do passado, sem que a capacidade de suporte e resiliência fossem considerados. Do outro lado, as futuras gerações, que herdaram as condições das gerações presentes sem a possibilidade de construção de diálogos. Tudo depende da atuação política que pode optar pelo efeito derrame ou o efeito transbordamento.

As firmas compreendem os riscos como um efeito de incerteza que se reflete nos objetivos organizacionais. Dessa maneira, toda a forma como as firmas analisam os riscos dependem das partes interessadas e o grau de aceitação para com os graus de riscos dos projetos.

A perspectiva proativa compreende melhor o risco, já considerando a sociedade de risco e as boas práticas para soluções dos riscos. Nessa abordagem tudo irá depender do grau de tolerância, o apetite pelo risco e os limites dos riscos que as firmas julgam rentáveis. As empresas irão criar cálculos matemáticos, atuários, econométricos, financeiros, operacionais, entre outros, avaliando se estão ou não com pré-disposição de correr determinados riscos. Inclusive, a depender dos riscos, pode-se terceirizar, afinal, o setor de seguros ganha cada vez mais força dentro do mercado. Agora se a análise for constituída em políticas públicas pautadas no devir, que considere todo o ciclo de vida dos projetos, há uma quebra de paradigmas. Sánchez (2001, p. 159) destacou que “essa abordagem pressupõem uma visão radicalmente nova de um empreendimento industrial, que passa a ser encarado como uma forma temporária de uso do solo, que pode ser reversível e dar lugar a novos usos”.

Pensando nisso, o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) buscou deixar suas contribuições no que se refere ao fechamento das minas, criando

um “Guia para Planejamento do Fechamento de Mina”. Devemos reforçar, que assim como o PMBOK, esse guia visa ampliar o olhar dos profissionais da área com caráter orientativo. O escopo não consiste em questões normativas, regras gerais, mas um guia que auxiliasse ao planejamento do fechamento de mina, que varia conforme as características de cada empreendimento. Em outras palavras, consiste em um guia com as melhores práticas, no qual cabe os administradores e engenheiros das empresas adaptá-lo conforme a sua realidade.

O plano de fechamento em teoria é realizado por diversas empresas de mineração no Brasil e no mundo, apesar de ser bastante complexo encontrar estes documentos no Brasil. Sánchez (2013) compreende que esse plano muitas vezes visa atender alguns requisitos de determinações legais, políticas corporativas, certificações, do mercado de capitais, para que crie mecanismos frente às incertezas destes projetos. Devemos ressaltar que um plano adequado de fechamento de mina protege diversos *stakeholders*, como: acionistas, governos, comunidade local, sociedade em geral, fornecedores e gerações futuras. Esse é um documento crucial, pois visa reduzir o passivo ambiental dentro da sociedade de risco por uma perspectiva em devir, no qual compreende ao menos alguns dos efeitos colaterais latentes da atividade por um prisma temporal de longo prazo em diversas escalas espaciais.

Sánchez (2013) destacou que as etapas de uma mina apresentam uma terminologia que pode gerar confusão, todavia, seriam cinco principais etapas a se considerar: estudo de viabilidade, implantação, operação, desativação e pós-fechamento. Destaca também que o ciclo de vida é crucial dentro do cenário de fechamento e pós fechamento, pois devemos considerar alguns cenários devido às incertezas dos empreendimentos. Algo que chama atenção é que “para efeitos de planejar o fechamento, não há necessidade de detalhar essa fase”, visto que o período de pós operação ser dividido em duas fases: desativação e pós-fechamento (SÁNCHEZ, 2013, p. 41). Nesse sentido, “[...] fechamento não é uma etapa, mas um momento que marca a completa e satisfatória

implementação das medidas necessárias para assegurar que a área da mina possa ter novo uso” (SÁNCHEZ, 2013, p. 41).

Dentro do ciclo de vida dos projetos minerários devemos ressaltar dois cenários que são bastante comuns para estes empreendimentos: suspensão temporária e fechamento prematuro. Sánchez (2013, p. 44) destacou que a “suspensão temporária ocorre quando, por algum motivo, a empresa decide paralisar sua produção, com expectativa de retomá-la em um futuro previsível”. Um exemplo recente, devido ao evento de rompimento de uma barragem, refere-se à mineradora SAMARCO S.A., que prevê seu retorno para 2021 no município de Mariana/MG. Conforme o autor, são variados os motivos para suspensão temporária, que pode ter uma natureza econômica, técnica, jurídica, logística ou mercadológica. Enquanto vigora o período de suspensão o empreendedor continua realizando o monitoramento, controle e manutenção da área.

Entretanto, o questionamento que se faz refere-se ao devir, afinal, pode ser mais compensador para o empreendedor ficar realizando atividades corretivas e até reativas. Sem perspectivas de retorno real, uma estratégia consiste em postergar o custoso processo de desengenharia, dado a inação do Estado. Podem protelar com tamanha intensidade a ponto de cair no esquecimento, alegando suspensão temporária, do qual a sociedade desconhece por completo os trabalhos executados na mina, que podem até apresentar um estado de abandono, ampliando os efeitos colaterais latentes.

O cenário referente ao fechamento prematuro refere-se aos empreendimentos que a produção é encerrada antes do programado. Basicamente consiste em afirmar que a empresa não tem mais interesse na mina, pois a próxima etapa consiste na sua desativação. Sánchez (2013, p. 44) destacou que “o fechamento prematuro é muito frequente na mineração”, por ser tratar de uma atividade de risco, pode apresentar motivos diversos. Conforme observado, a mina torna-se economicamente inviável em termos financeiros, devido ao aumento dos níveis materiais e energéticos necessários para se realizar a extração. Todavia, ainda há minério, que devido ao ponto de equilíbrio financeiro, torna-se inviável sua exploração. Questiona-se que dentro de uma

perspectiva totalmente econômica se há mecanismos de controle com relação a boa-fé dos empreendedores. Aparentemente, torna-se financeiramente viável alegar uma suspensão temporária, com temporalidades incertas, até um momento que a empresa possa nem mais existir.

Nesse cenário os municípios nem lembraram o que foi a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), o Estado não terá implementado mecanismos de comando e controle, como um fundo soberano, e todo o passivo ambiental recairá na sociedade. Apesar desse cenário, não se deve desconsiderar que a literatura apresenta que no período pós-fechamento existem duas ações de monitoramento e controle importantes, sendo o cuidado permanente⁸ e o cuidado temporário ou transitório⁹. A primeira abordagem apresenta um cuidado ativo por parte do empreendedor, enquanto na segunda um cuidado passivo. Em ambos os casos requer a presença da empresa, no entanto, se o Estado se mantiver inerte ao tempo e espaço, esta poderá nem mais existir, recaindo todo o passivo para a sociedade.

Observamos que dentro da sociedade de risco a desengenharia é um ferramental poderoso. Stiglitz (2005) destacou ainda que conforme a extração dos recursos naturais se intensifica, invariavelmente o país perde riquezas, a menos que os recursos gerados sejam investidos no desenvolvimento do país. Em outras palavras, o autor considera que a extração por si mesma torna o país mais pobre e que dependerá dos atores políticos e econômicos para escapar

⁸ “Cuidado permanente, quando se requer a presença da empresa para executar as ações necessárias para se atingir os objetivos de fechamento e que podem perdurar por vários anos, sendo a situação mais citada à operação de sistemas de tratamento de águas ácidas provenientes de pilhas, barragens e lagos de cavas. Este cenário também é conhecido como de cuidado ativo” (SÁNCHEZ, 2013, p. 46).

⁹ “Cuidado temporário ou transitório, quando as ações necessárias se restringem a tarefas como inspeções, monitoramento ambiental e geotécnico, serviços de reparação de sistemas de drenagem, de manutenção de áreas revegetadas e outros, e podem ser inteiramente conduzidos durante a etapa pós-fechamento. Este cenário usualmente requer ações episódicas ou poucas visitas à área, mas pode requerer vigilância contínua. Os sistemas conhecidos como de “tratamento passivo” – a exemplo de alagados para controle de drenagem ácida e de atenuação natural, barreiras reativas e outras medidas de remediação de áreas contaminadas são muitas vezes denominadas de cuidado passivo” (SÁNCHEZ, 2013, p. 46).

dessa maldição. Um país rico em recursos minerais só irá se tornar rico de fato quando o Estado atuar para que haja um efeito transbordamento em todos os elementos espaciais, logo um Estado forte é mais que necessário.

2.3. Diretrizes para o fechamento de minas.

Sánchez (2001) compreende que a gestão de sítios e solos contaminados são referências constantes para o problema, carecendo de maior sistematização de procedimentos ou legislação. Percebemos que “a mera proibição legal não se tem mostrado muito eficaz, principalmente quando o Estado é desaparelhado para fazer cumprir a lei” (SÁNCHEZ, 2001, p. 166).

Dessa forma, buscando criar um cenário de luz para a questão, Sánchez (2001) propõe cinco diretrizes que devem ser utilizadas como instrumentos para a desativação de empreendimentos industriais, sendo: diretrizes governamentais, normas técnicas, garantias financeiras, contabilização do passivo ambiental e seguro ambiental.

As diretrizes governamentais apresentam instrumentos de caráter normativo, que são aqueles que trabalham no sentido de leis e regulamentos governamentais. Cabe aos agentes privados transformar em prática as ações, visto que as instituições do Estado ficam incumbidos em regular, licenciar e fiscalizar. Importante destacar alguns exemplos, como: responsabilização dos poluidores por danos ambientais; disposição específicas sobre desativação; apresentação de um plano de fechamento; exigência de garantias financeiras; padrões de qualidade.

As normas técnicas geralmente são atreladas as diretrizes governamentais, no qual podem ser elaboradas por meio de consultas aos setores interessados. Todavia, “o termo norma técnica será empregado aqui para designar as especificações de procedimentos emanadas de organismos nacionais ou internacionais” (SÁNCHEZ, 2001, p. 174). Dois exemplos bastante conhecidos são a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a Organização Internacional de Normatização (ISO).

Uma das notas técnicas muito importante para as empresas do setor mineral são as séries ISO 9000 e 14000, além da ISO 45001 (antiga OHSAS 18001) e ISO 50001, desconsiderando a ISO 15000. A série ISO 9000 são um grupo de normas técnicas que estabelecem um padrão de qualidade, ou seja, compõem um sistema de gestão da qualidade, visto que os certificados mais famosos são: ISO 9001, que trata de orientações sobre a qualidade dos projetos; ISO 9.004, que se refere diretrizes para o sucesso dos negócios; e ISO 19011, que tem diretrizes para auditorias em sistema de gestão. A ISO 45001 refere-se às normas internacionais para gestão de segurança e saúde ocupacional. Já a ISO 50.001 está relacionada com a gestão e conservação de energia. Por fim, a que é mais relevante para o presente trabalho, refere-se à série ISO 14000, estabelece as diretrizes sobre a gestão ambiental das empresas.

As garantias financeiras são estratégias que, a nosso ver, são fundamentais quando se pensa na questão mineral pelo prisma do devir. Basicamente exige das firmas depósito bancário ou outra forma de garantia financeira, afinal, devido às degradações ambientais inerentes aos projetos existe a necessidade de recursos que possam garantir que no caso de ausência da firma, o Estado tenha recursos para assumir, pois, no fim das contas são corresponsáveis. Sánchez (2001, p. 177) destacou que “a recuperação de áreas degradadas pela mineração vem sendo objeto de regulamentações desde pelo menos a década de 1980”.

Diversas leis são adotadas para que as empresas apresentem garantias financeiras para executar os programas de recuperação ambiental. Não apenas estes programas devem ser contemplados dentro das garantias financeiras, apenas recuperar áreas degradadas não é uma solução que contempla a totalidade. Desse modo, observamos a necessidade de fundos para projetos de engenharia, como os planos de fechamento de mina, que precisam pensar o território após a mineração. Existem diversos casos no Brasil que após o fim das atividades minerais, e mesmo aqueles que ainda estão em execução, pouco agregou aos territórios locais. Houve o crescimento econômico, pois os lucros e dividendos foram ou estão sendo repartidos. Todavia, muitos municípios de base

mineral não se observa o desenvolvimento local, demonstrando que foram apenas espoliados, apresentando economias de enclave.

É importante destacar que a legislação brasileira permite esta ação, pois a Lei 6.938/81, art. 14, afirma que sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental. Nesse sentido, a União e os Estados podem legislar sobre seguros, para que se garanta a qualidade ambiental, pois é uma responsabilidade do empreendedor a sua execução, independentemente de culpa (SÁNCHEZ, 2001).

Sánchez (2001, p. 185) ressalta ainda que esse princípio vem sendo muito difundido, afinal, “[...] ele nada mais é que um desdobramento do princípio do poluidor pagador, neste caso melhor caracterizado se chamado de degradador-pagador”. O autor lembra também que “no Brasil não há a exigência de garantias financeiras, com exceção de algumas leis municipais, mas que somente se aplicam à extração de materiais de uso imediato na construção civil” (SÁNCHEZ, 2001, p. 185).

Por este motivo este é um tópico de fundamental importância, dado a necessidade de se avançar na construção de instrumentos que garantam que a sociedade não arque com estes passivos ambientais e estruturais (rugosidades espaciais) e os passivos do sofrimento social.

A contabilização do passivo ambiental vem se tornando uma ferramenta de suma importância durante as últimas décadas. Até mesmo as garantias financeiras são relacionadas com a base de cálculo dos custos para se recuperar um determinado passivo ambiental. Quando o tema envolve transações monetárias, como aquisições e fusões, torna-se um ferramental determinante

dentro das metodologias de avaliação de empresas¹⁰ e seu valor econômico agregado¹¹.

Nesse sentido, Sánchez (2001, p. 189) acrescenta que “ao comprador interessa saber a totalidade dos passivos de uma empresa que está sendo adquirida – passivos financeiros, trabalhistas, ambientais –, pois seu valor deve ser descontado do preço da empresa”. Um exemplo importante que deriva dos grandes acidentes ocasionados com barragem é referente a operação da VALE S.A. em Brumadinho, Minas Gerais, que foi uma aquisição da empresa Ferteco S.A. A VALE S.A. ao comprar a Ferteco S.A. assumiu o risco, em sua totalidade, pois devemos questionar se na avaliação da empresa este passivo estava plenamente mensurado. Isto posto, “a contabilização ambiental tem-se tornado, assim, uma exigência do próprio mercado (SÁNCHEZ, 2001, p. 189).

O seguro ambiental contempla o princípio da responsabilidade solidária e/ou princípio da responsabilidade objetiva. O seguro ambiental é uma opção para as firmas em relação a possíveis danos ambientais, visto que o assegurado por meio de sua apólice garante recursos para perdas ou danos ecológicos. O mercado de seguros vem se desenvolvendo exponencialmente no mundo, tornando uma estratégia de contingência para diversas firmas. Além de oferecer um apoio financeiro, o seguro ambiental tem a vantagem de obrigar as firmas a seguirem determinados procedimentos técnicos e gerenciais. Basicamente consiste em garantir as firmas proteção contra possíveis prejuízos gerados por danos ambientais e não representa uma carta-branca para poluir, pois, as firmas precisam comprovar no seu dia a dia com as obrigações ambientais.

¹⁰ Existem diversas metodologias de avaliação de empresas, nos quais a mais conhecidas são: metodologia de valor contábil; metodologia do valor patrimonial de mercado; metodologia do valor de liquidação; metodologia de preço/lucro; metodologia de capitalização dos lucros; metodologia dos múltiplos de faturamento; metodologia dos múltiplos de lucros; metodologia dos fluxos de caixa descontados; metodologia do valor presente líquido; metodologia das opções reais; e metodologia do TIR e *payback*.

¹¹ Existem diversas metodologias de avaliação de empresas, nos quais a mais conhecidas são: valor econômico agregado (EVA®); custo médio ponderado (CMPC); e valor de mercado agregado (MVA®).

O projeto de lei 2.313/2003 buscou tornar obrigatório o seguro ambiental para projetos de licenciamento que causem impacto ao meio ambiente. Logo, implementa o seguro de responsabilidade civil do poluidor, pessoa física ou jurídica que exerça atividade econômica potencialmente causadora de degradação ambiental. Esse projeto vai ao encontro com o abordado por Sánchez (2001, p. 192) que afirma que há tempos existe um debate para a exigência de seguro obrigatório para projetos de elevado risco, apesar de que as empresas do setor se demonstram contrários, pois “[...] isso poderia incentivar a negligência dos poluidores e algumas companhias de seguros poderiam sair do mercado devido os altos riscos”. Entretanto, as empresas de seguro passaram por diversas reformulações estratégicas com o passar do tempo, com o objetivo claro de maximização de riqueza, estas podem até intensificarem as exigências para com as firmas relapsas para com o ambiente natural.

Devemos reforçar as boas práticas no encerramento de disposição de estruturas de disposição de rejeitos, do qual devemos lembrar que o planejamento do fechamento de mina deve ocorrer na fase inicial do projeto, antes mesmo da sua operação. Deve sempre considerar os aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos, de forma progressiva. Ao considerar o ciclo de vida fica evidente que no caso da mineração deve ser planejado para fechar, dado o exaurimento da mina, ou seja, planejar o fechamento de mina de forma progressiva. Quando se pensa nas estruturas de disposição de rejeitos, esta ocorre em paralelo com as atividades de fechamento de mina. Os encerramentos dessas estruturas ocorrem com a confirmação de que a estrutura já alcançou sua vida útil e/ou não são mais necessárias para a operação da mina. Outro ponto importante é o programa de fechamento que busca de forma integrada garantir que o projeto contemple ações para o encerramento.

É importante destacar o papel e as responsabilidades do empreendedor nessa fase, sendo necessário equipes próprias, projetistas, engenheiro de registros (EdR), fiscalização e revisores independentes. Logo, todo o projeto deve ser projetado para fechar ou mesmo operar para fechar, devendo ser incorporado conceitos e práticas em todas as etapas de engenharia e operação.

Os aspectos de gestão mais importantes para este momento são: gestão da informação, gestão de mudança, análise e gestão de riscos. Não se deve esquecer que os recursos para essa etapa devem ser provisionados, ficando bem claro nos balanços e demonstrações contábeis (IBRAM, 2019).

Por fim, é importante destacar que não apenas a regulação e fiscalização são alvos de questionamentos no legislativo, o próprio licenciamento ambiental, apesar de ter uma evolução considerável, ainda tem muito para avançar. Há um excesso de padrões e exigências nas etapas iniciais, e posteriormente, o nível caí drasticamente, criando em muitos casos uma barreira para o desenvolvimento, devido a desinvestimentos. Nos últimos anos deu início ao processo de inventário e mapeamento das atividades minerais, mediante diagnóstico técnico-econômico, para constituição de zoneamentos minerários, algo que deve ser ampliado para todos os empreendimentos minerais.

No entanto, ao se pensar na mineração, as zonas bloqueadas e as zonas preferenciais para a mineração, com a atuação do atual governo, torna se uma incógnita. Percebemos com isso, uma preocupação com relação aos planos de fechamento de mina e com a desengenharia. Todavia, o legislativo não está plenamente empenhado nessa perspectiva em devir, atuando apenas como o corpo de bombeiro, apagando o fogo já existente, mas desconsiderando as origens da sociedade de risco e os passivos ambientais oriundos das rugosidades espaciais dos empreendimentos industriais.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos dizer que o objetivo deste artigo, que foi fomentar o debate acerca dos planos de desengenharia em minas foi exitoso, haja vista que a temática é ainda muito pouco trabalhada no ambiente acadêmico. No entanto, não se deve ser acrítico aos pontos expostos acima, pois são limitações do presente trabalho, dado ao escopo da pesquisa. Se faz necessário, por exemplo, maior debate com relação ao projeto de lei e sua densidade e aplicabilidade.

Obviamente que mais trabalhos sobre a temática são indicados, entretanto, através de nossos escritos podemos chegar a alguma importantes

conclusões. A primeira delas é a necessidade de que as empresas minerárias passem a ter um montante monetário exclusivo para atividades planejadas de fechamento de mina, obviamente que para tal é necessário um arcabouço jurídico em forma de legislação federal capaz de organizar como isso deve ser feito pela iniciativa privada.

A segunda consideração importante a ser pautada é que todo empreendimento deve ser projetado para operar o seu fechamento, evitando assim as minas abandonadas que deixam um imenso passivo ambiental para a sociedade, também esta proposta necessitaria de ser trabalhado dentro do Congresso Nacional, haja vista que teria que ser aprovada uma lei para tal, uma ideia interessante seria a inclusão desse ponto no estatuto das atividades minerárias.

Uma terceira proposta, que também perpassa pelo parlamento, é transformar o projeto de lei 2.313/2003 em lei efetivamente, tornando obrigatório o seguro ambiental em todos os projetos de licenciamento que causem impacto ao meio ambiente, criando assim um mecanismo para cobrança legal das empresas que atuam na área da mineração durante o seu processo de fechamento (ou abandono, que é o mais comum) de mina.

Observamos um elevado nível de incertezas no plano de fechamento de minas, por diversos elementos que evoluem dentro de um tempo histórico (social, ambiental e técnico). Para mais informações sobre as formas e procedimentos utilizados nos principais guias de boas práticas, bem como seus níveis de incerteza, sugerimos os trabalhos de Neri (2013); o NRM nº 21 – Relacionada à reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas; o Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina, 2013 – IBRAM; o Guia de Diretrizes da *Global Reporting Initiative* - versão g3 e o Kit de Ferramentas do *International Council on Mining & Metals* - ICMM – 2008.

Por fim, deve-se ficar claro ao leitor que apesar da importância dos conceitos trabalhados ao longo desse texto, há muitos pontos argumentativos que necessitam de maiores análises. A interdisciplinaridade é a base para estudos como esse, que visam uma construção de conhecimento plural. As

principais limitações do trabalho se referem a escassez de material sobre o tema desengenharia, pois, apesar do conceito ter mais de 20 anos, poucos estudos aprofundaram as ideias propostas inicialmente pelo prof. Dr. Luis Enrique Sánchez.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, T. S; et al. Análise interdisciplinar da questão mineral e suas barragens de rejeito. DRd – **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 9, 2019, p. 366-386.

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

COELHO, Tádzio Peters. A superexploração da força de trabalho em Carajás. CONGILIO, C (Org.); BEZERRA, R (Org.); MICHELOTTI, F (Org.). In: **Mineração, trabalho e conflitos amazônicos no sudeste do Pará**. Marabá, PA: Iguana, 2019, p. 142 – 164.

DALY, Herman; FARLEY, Joshua. **Economia ecológica**. São Paulo: Annablume Cidadania e Mio Ambiente, 2016.

FOLADORI, Guillermo. Resenha de: Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. **Ambiente & Sociedade**, vol. V, núm. 10, 2002.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de boas práticas**: gestão de barragens e estruturas de disposição de rejeito. Brasília/DF, 2019.

HADDAD, Paulo. **Economia ecológica e ecologia integral**. Edição Kindle. Amazon, 2017.

KUPFER, David.; HASENCLEVER, Lia. **Economia Industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

MOTA, L. F.; BARCELOS, T. S.; MORORO, A. J.; GUIMARÃES, V. P. Construções sustentáveis, desenvolvimento econômico e a desengenharia: otimização dos recursos naturais. **Revista livre de sustentabilidade e empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 221-242, 2021.

PORTELLA, R. B; et al. Passivo ambiental: o ciclo de vida da planta industrial e a desengenharia. In.: **Anais...** I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Salvador, Bahia, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/559514/PASSIVO_AMBIENTAL_O_CICLO_DE_VID

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.7, n.1, p. 392-01, 392-28, 2022.
DOI: 10.21575/25254782rmetg2022vol7n11603

A_DA_PLANTA_INDUSTRIAL_EA_DESENGENHARIA .. Acesso em: 04 out, 2019.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H (Org.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 3-32, 2010.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2001.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Guia para o planejamento do fechamento de mina** / L.E. Sánchez, S.S. Silva-Sánchez, A.C. Neri. -- 1.ed. -- Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), 2013.

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço**. 4º edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2017.

STIGLITZ, Joseph Eugene. **Globalização**: como dar certo. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

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

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

VIVIEN, Franck-Dominique. **Economia e ecologia**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.

Enviado em: 17 mai. 2021.

Aceito em: 26 jul. 2022.

Editor responsável: Mateus das Neves Gomes