

# *OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE MINERADORA*

## THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE MINING ACTIVITY

**Marina Lima da Silva**

Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário UNIVAG; Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER); Mestranda em Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)  
E-mail: nmarinalima@gmail.com

**Márcia Cristiane Kravetz Andrade**

Gestora Ambiental formada pela Faculdade Integradas Camões/PR; Especialista em Ecologia Urbana: Construindo a Cidade Sustentável pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná; Pós-graduanda em Formação de Docentes e de Orientadores Acadêmicos em EAD – Centro Universitário Internacional (UNINTER) marciacriskra@hotmail.com

### RESUMO

A mineração inclui a exploração das minas subterrâneas e de superfície, utilizando-se de bens não renováveis. É uma das bases da economia nacional, considerada um sinônimo de progresso e desenvolvimento. Entretanto é uma atividade geradora de impactos ambientais de elevado grau, como poluição de água, ar, solo, porém as consequências não desabam apenas à população, fauna e flora também são diretamente afetadas. Tendo-se essa imagem negativa, os empreendedores buscam o rótulo de sustentável, para que os benefícios acompanhados a esse título os auxiliem no quesito socioambiental do mercado competitivo. O licenciamento necessário para essa atividade é burocrático e longo, com medidas a serem tomadas para ser uma implantação satisfatória a todos os envolvidos. Apesar dos prós e contras oriundos dessa atividade, a mineração é essencial atualmente, os minérios encontram-se em todos os bens de consumo, porém a busca pela aceitação ou reconhecimento da mineração sustentável ainda é necessária, além do desenvolvimento sustentável e o equilíbrio ecológico.

**Palavras-chave:** Mineração. Impactos. Degradação.

### ABSTRACT

Mining includes surface and subterranean exploration by using non-renewable assets. One of the foundation of national economy is considered a synonym progress and devolvement. However, it is activity, which generates high level environmental impacts like water, air, and soil pollution, but the consequences do not affect just the population, but fauna and flora are equally affected. With such negative image, entrepreneurs seek the sustainable façade so that the benefits that come with sustainability help them when it comes to the competitive socioenvironmental market. The necessary authorization for such activity is bureaucratic and long with decisions to be made for a satisfactory implementation of all people involved. In spite of all pros and cons from such activity, mining is essential nowadays. Minerals are present in all consumption items, however the search for sustainable mining acceptance or recognition is still necessary besides sustainable development and ecology balance.

**Keywords:** Mining. Impacts. Degradation.

## **INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional é um dos maiores problemas mundiais atualmente. Apesar de ser considerado um progresso, o crescimento pode gerar desordenação que causa a preocupação quando se diz respeito do desenvolvimento com qualidade, uma vez que os recursos disponíveis estão cada vez mais escassos (Araújo e Silva, 2004, p. 1).

Qualquer tipo de atividades humana, conhecidas por econômicas alteram o meio ambiente, tendo a mineração e a agricultura como as atividades básicas da economia mundial (Silva, 2007, p. 2). O intercâmbio de mineração brasileiro envolve mais de 200 países (DNPM, 2010).

Todavia, essa atividade possui uma imagem negativa por afetar o meio ambiente, primeiramente por utilizar de recursos não renováveis e por alterar o equilíbrio ecológico da área escolhida para a implementação do empreendimento.

Os principais problemas gerados pela mineração são abranger as seguintes categorias: poluição da água, poluição do ar, sonora e subsidência do terreno (Farias, 2002, p. 13). Onde afetam direta e indiretamente a fauna, flora e a comunidade local já existente.

Para a minimização, prevenção e evitar que esses impactos causados danifiquem de maneira desordenada ou sem fiscalização nenhuma, órgãos ambientais federais exigem desses empreendimentos o Licenciamento Ambiental, o Ministério do Meio Ambiente afirma que “ao exigir licenciamento ambiental para determinadas atividades ou empreendimentos, busca-se estabelecer mecanismos de controle ambiental nas intervenções setoriais que possam vir a comprometer a qualidade ambiental” (MMA, 2009, p. 9).

Este licenciamento é composto de três etapas: Licença de Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), sendo exigido a apresentação da avaliação dos impactos ambientais (AIA), o estudo de impactos ambientais (EIA) e o relatório de impactos ambientais (RIMA).

Em forma de revisão, esse artigo tem por objetivo apresentar os impactos causados por essa atividade, as medidas mitigadoras utilizadas pelos os empreendedores e denotar o tempo-resposta do ecossistema afetado.

## **MINERAÇÃO**

No Brasil, a atividade mineradora acaba confundindo-se com o próprio processo de colonização do país pela exploração de riquezas minerais, baseada na escravidão e visando o mercado externo (Pessoa, 2006, p. 31). Atualmente, a mineração é uma das bases do PIB nacional, visto que no ano de 2015 a produção mineral foi estimada no valor de US\$ 38 bilhões (IBRAM, 2015, p. 9).

Segundo o DNPM, a mineração inclui a exploração das minas subterrâneas e de superfície, as pedreiras e os poços, incluindo-se todas as atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral, na condição de torná-los comercializáveis, sem provocar alteração, em caráter irreversível, na sua condição primária.

Atualmente no país, os recursos minerais são expressivos e abrangem uma produção de 72 substâncias minerais, das quais 23 são metálicas, 45 não metálicas e 4 energéticas. São 1.820 lavras garimpeiras; 830 complexos de água mineral; e 13.250 licenciamentos (IBRAM, 2015, p. 8). A matéria-prima da mineração são os bens não renováveis que tendem a acabar à medida que sua exploração aumenta. No Brasil, os principais tipos de extração são de: carvão, ouro, chumbo, zinco, prata, agregados para construção civil e garimpos, ferro, calcário, cassiterita, gipsita (Farias, 2002, p. 14; Silva, 2007, p.3).

Apesar de ser uma atividade de uso temporário da terra, ela requer uma alteração das condições ambientais naturais, são fortes modificadoras da paisagem, pois degradam extensas áreas, muitas vezes de difícil recuperação, devido a degradação da vegetação, solos e águas (Araújo et al., 2005, p. 984), do qual toda a área envolta do empreendimento é impactada e requer total modificação. O IBRAM expõe em seu fascículo de 2012 “Mineração & Economia Verde” as perturbações causadas pela atividade:

Impactos diretos ou primários podem ser resultantes de qualquer atividade que envolva supressão ou limpeza de áreas (tais como vias para acesso, construção de estradas, perfuração para exploração, construção de barragens de rejeitos, entre outros), lançamento nos corpos hídricos ou no ar (emissão de particulados), sendo que estes são rapidamente identificáveis e passíveis de remediação.

## **IMPACTOS AMBIENTAIS**

O CONAMA tem como conceito de impacto ambiental imposto em seu Artigo 1º da Resolução CONAMA-001:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

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

Alterações no equilíbrio ecológico devido a esse tipo de atividade começou a se tornar preocupação de alguns pesquisadores durante os anos 60, ganhou dimensão política a partir da década de 70. Atualmente não é possível implantar um projeto sem pensar no efeito dele sobre o meio ambiente (Silva, 2007, p.2).

Fernandes et al. (2014, p. 5) deixa claro os impactos negativos que essa atividade gera:

A mineração altera de forma substancial o meio físico, provocando desmatamentos, erosão, contaminação dos corpos hídricos, aumento da dispersão de metais pesados, alterações da paisagem, do solo, além de comprometer a fauna e a flora. Afeta, também, o modo de viver e a qualidade de vida das populações estabelecidas na área minerada e em seu entorno

Mechi e Sanches (2010, p. 209) fazem uma definição do que a atividade provoca de modo geral:

Praticamente toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provo cada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados

Na mineração, os impactos ambientais negativos podem ser diagnosticados desde seu planejamento, apesar de aumentarem sua potência à medida que as etapas mudam, porém é essencial que esses impactos sejam reconhecidos no início da implementação para que seja possível a mitigação da extensão desse impacto futuramente.

Os impactos vêm desde a degradação da paisagem até efeitos danosos ao equilíbrio do ecossistema como redução ou destruição de habitat, morte de espécimes de fauna e flora, chegando até a extinção (Mechi e Sanches, 2010, p. 210).

**Tabela 1.** Demonstrativa dos processos de lavra a céu aberto e seus efeitos em função dos métodos adotados

MÉTODO COMPONENTE	EXTRAÇÃO A SECO	EXTRAÇÃO ÚMIDA	EXTRAÇÃO EM PLATAFORMA CONTINENTAL	EXTRAÇÃO MARINHA DE PROFUNDIDADE
Superfície Terrestre	Devastação da superfície. Alteração da morfologia. Destruição de bens culturais. Perigo de desmoronamento.	Devastação da superfície. Alteração dos cursos d'água. Modificação da morfologia. Formação de grandes depósitos (resíduos, rejeitos).	Modificação da morfologia do terreno marinho. Erosão costeira.	
Ar	Ruídos e vibrações em geral. Ruídos e vibrações das detonações. Formação de poeira e erosão pelo tráfego. Poeira. Vapores. Gases nocivos.	Ruídos gerados pelos equipamentos geradores de energia, trabalho de extração, tratamento e transporte Gases de escapamentos.	Ruídos. Gases de escapamentos.	Ruídos. Gases de escapamentos.
Águas superficiais	Alteração do ciclo de nutrientes. Contaminação com águas residuais. Contaminação causada por uma intensificação da erosão.	Desnitrificação. Contaminação do leito receptor com grandes quantidades de águas residuais com lodos e/ou águas residuais contaminadas.	Elevação da turbidez. Incremento da demanda de oxigênio. Contaminação com águas residuais.	Elevação da turbidez Incremento da demanda de oxigênio. Contaminação com águas residuais.
Solo	Erosão na zona de lavra. Diminuição do rendimento, dissecação e desidratação do solo. Perigo de alagamento após o restabelecimento do nível freático / Erosão.	Erosão da zona de lavra.	Modificação do terreno marinho e redução dos nutrientes.	Redução dos nutrientes no solo marinho.
Flora	Destruição da flora na área de exploração. Destruição parcial/alteração da flora na área circundante devido à alteração do nível freático.	Destruição da flora na área de exploração.		
Fauna	Deslocamento da fauna.	Deslocamento da fauna.	Destruição de organismos marinhos imóveis (corais).	Destruição de organismos marinhos imóveis (corais).
População	Conflitos relacionados com o uso do solo. Estabelecimento ou aumento de populações a partir do local das atividades de mineração. Destruição das zonas de recreação.	Conflitos relacionados ao uso do solo. Conflitos sociais nos períodos de auge da lavra. Estabelecimento ou aumento de assentamentos devido às atividades minerais.	Deterioração da pesca (destruição de zonas de desova).	Deterioração da pesca (destruição de zonas de desova).
Edificações	Danos causados pela água após o restabelecimento do nível freático.			
Outros	Possível modificação do microclima.	Modificação do microclima. Proliferação de agentes patogênicos e vetores de doenças nas águas paradas.		

IPT (1992) e Silva (2007, p. 6) afirmam que os principais impactos decorrentes da mineração são: desmatamento e queimadas; alteração nos regimes hidrológicos; queima de mercúrio ao ar livre e poluição química na biosfera e atmosfera; desencadeamento dos processos erosivos; turbidez das águas; mortalidade da ictiofauna; fuga de animais silvestres.

**Fonte:** Manual de Impactos Ambientais (MMA), 1999, p.207.

A atividade mineradora gera impactos por toda a sua extensão de implementação, o Manual de Impactos Ambientais, detalha em sua tabela a seguir todos os impactos provocados pelo processo de lavra a céu aberto:

## RESPOSTA DOS ECOSISTEMAS AOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O período de resposta sobre os impactos ambientais foi bem discutido por Ferreira et al (2010), apresentando três modelos de estado-resposta:

**O modelo de Pressão-Estado-Resposta** desenvolvido pela OECD (1998), baseia-se no conceito de que as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado.

**O modelo Força Motriz-Estado-Resposta** seria mais apropriado para reunir indicadores econômicos, sociais e institucionais. Nesse caso, os indicadores das forças motrizes descrevem as atividades humanas, processos e padrões de impacto sobre o desenvolvimento sustentável.

**O modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta** objetiva retratar, de maneira simplificada, as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como estas alteram a qualidade dos recursos naturais, os impactos causados e a reação da sociedade frente a tais alterações.

Os impactos da atividade mineradora sempre foram alvos de comentários e estudos, entretanto a maioria voltado no estado-resposta da sociedade, pouco sabe-se a resposta do ecossistema a esses efeitos. A fauna e a flora são os grupos que sofrem mais diretamente esses processos, porém acabam muitas vezes não sendo citados em estudos.

O quadro no subtítulo 2.1 apresenta uma variedade de impactos, porém os que mais elevam os estudos são a poluição da água e solo. A contaminação do solo e da água são um dos impactos mais influentes na fauna e flora, visto que são dois recursos onde é de fundamental importância para a manutenção dos processos ecológicos do ecossistema (Sydow, 2007, p. 1).

A poluição da água e tem como um dos maiores problemas são as elevadas taxas de metais pesados como arsênio, mercúrio, chumbo sendo os principais. Possuem características atômicas peculiares, dando-lhes elevada resistência à degradação química, física e biológica no sistema aquático (Lima, 2013, p. 26). A ação tóxica desses metais no ecossistema aquático em altas concentrações pode causar a morte das espécies, bioacumulação que causa efeitos em toda a cadeia alimentar. Esses elementos se depositam nos sedimentos dos rios, contaminando a fauna e flora aquática.

No Brasil, Ferreira e colaboradores (2010) fizeram um estudo de metais pesados na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba – RJ, foram

encontradas elevadas taxas de metais tanto na água como no fígado e rins das aves, o que comprova que a bioacumulação dos metais passa por todos os níveis da cadeia trófica.

Carvalho e colaboradores (2000, p. 68) em seu estudo de metais pesados em peixes costeiros no Rio de Janeiro encontrou efeitos nocivos da contaminação nas funções reprodutivas das espécies além da redução da capacidade motora e respiratória quando exposta a elevadas concentrações desses metais.

Já no que se refere degradação da paisagem, os estudos sobre isso acabam sendo no período de regeneração da área, composto no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), Cunha e colaboradores (2001, p. 512) em seu estudo em Mataraca, PB em dunas litorâneas mineradas, apresentou que as dunas de rejeito encontram-se em processo de enriquecimento de espécies que são eficientes em fixar nitrogênio e espécies com alta possibilidade de associações com bactérias e fungos micorrízicos e importante no aporte de matéria orgânica e melhoria físico-química no solo.

Já Araújo e colaboradores (2005, p. 990) se deparou com a composição florística em transição da etapa serial numa área degradada pela mineração de Caulim em Minas Gerais. A floresta estava transitando de fase pioneira para secundária inicial. No entanto, já apresenta elementos típicos das florestas em etapas seriais mais avançadas – espécies secundárias tardias, indicando o avanço da sucessão secundária.

Uma das alternativas para avaliar esse efeito de resposta é utilizar organismos bioindicadores, que medem o ambiente que está sofrendo atividades antrópicas.

Utilizando dessa metodologia de bioindicadores, Bett e Farias (2013, p. 1) usaram escarabeídeos como bioindicadores em áreas recuperadas após mineração, em seu estudo encontraram em áreas com recuperação mais avançada, o número de 40 indivíduos, sugerindo que quando maior for o grau de recuperação maior diversidade de espécies será encontrado.

Pereira e colaboradores (2007, p. 199) usaram formigas como bioindicadores e seus resultados apresentaram que “a composição em espécies também varia segundo a estrutura da vegetação.”

## **MEDIDAS MITIGADORAS**

Qualquer empreendimento que afete de maneira elevada ao meio ambiente ou a sociedade deve apresentar medidas para evitar riscos maiores.

No caso da mineração, as medidas são importantes para minimizar os impactos ambientais decorrentes e proporcionará aspectos positivos na atividade e maximizará benefícios relacionados a impactos que não podem ser evitados (Vasconcelos et al., 2009, p. 6).

Todas as medidas mitigadoras do empreendimento devem estar Licenciamento Ambiental que é composto pela Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA), Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) que são exigidos pelos órgãos federais competentes para a liberação definitiva do empreendimento para a operação.

Elas são apresentadas após a identificação e classificação dos impactos ambientais potenciais do empreendimento. Segundo o site Pensamento Verde, as medidas mitigadoras podem ser definidas como:

**Medidas Mitigadoras Preventivas:** São medidas que têm como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que se apresentam com potencial para causar prejuízos aos itens ambientais do meio natural (físico, biótico e antrópico). Este tipo de medida procura anteceder o impacto negativo.

**Medidas Mitigadoras Corretivas:** Visam restabelecer a situação anterior à ocorrência de um evento adverso sobre o item ambiental destacado nos meios físico, biótico e antrópico, através de ações de controle ou de eliminação/controle do fator provocador do impacto.

**Medidas Mitigadoras Compensatórias:** Consistem em medidas que procuram repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento.

**Medidas Potencializadoras:** São aquelas que visam otimizar e maximizar o efeito de um impacto positivo decorrente direta ou indiretamente da implantação do empreendimento.

Como algumas de suas medidas mitigatórias, a mineradora Samarco em 2009 em seu EIA/RIMA apresentou que os efluentes gerados deverão passar por caixas de gordura antes de serem encaminhados para os sistemas de tratamento de esgoto; Contaminação do solo e das águas subterrâneas: os combustíveis, óleos lubrificantes e quaisquer outras substâncias químicas líquidas deverá ser realizada em locais distantes de qualquer corpo

de água; Orientação aos motoristas dos caminhões e maquinários que estarão circulando e trabalhando na área do empreendimento, através de palestras inseridas num programa de educação ambiental, em relação a atropelamento de animais.

A mineradora Micron-Ita Indústria e Comercio de Minerais LTDA em 2011, apresentou em seu EIA/RIMA como umas das suas medidas mitigadoras que os resíduos deverão ser encaminhados a aterro sanitário existente e devidamente licenciado; O recursos hídricos passarão por controle do processo, bem como tratamento dessa água; A compensação pela supressão da vegetação deverá ser o atendimento à Lei Federal nº 9985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que entre outros, determina a criação, implantação ou manutenção de unidade de conservação, para a qual deverá ser previsto programa específico; E a fiscalização diária e constante para a retirada de animais que por ventura venham a cair nas valas e colocação de rampas, principalmente nos locais que apresentam maiores riscos de acidente com a mesma.

O EIA/RIMA da mineradora Ilhéus, como medida mitigadoras apresenta planos de controle/prevenção/gerenciamento dos impactos gerados pelo empreendimento, tendo como exemplo: minimizar a geração de resíduos, controlar e reduzir o risco do meio ambiente; avaliar os riscos ambientais existentes nas atividades da empresa, quantificando e qualificando agentes físicos, químicos e biológicos; regeneração induzida das áreas degradadas; e educação ambiental afim de adquirirem valores, conhecimentos e atitudes necessárias para proteger o meio ambiente.

Além dessas, foram apresentadas medidas mitigadoras, preventivas e compensatórias, além de incluírem nos itens os impactos que afetem o ar, água, solo, fauna, flora, população, visando sempre o equilíbrio econômico e socioambiental.

## **MINERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

O desenvolvimento sustentável atualmente é uma das bases de discussões sobre as futuras gerações, tendo como principal foco atender as necessidades da geração atual sem afetar as futuras, considerando um manejo eficiente dos ecossistemas tanto sob os aspectos do meio físico como biótico (Moreira, 2003, p. 9).

Atualmente, ter um rótulo de atividade poluidora não é um dos mais atrativos para o mercado mundial, e a mineração ainda carrega essa definição até hoje, os problemas causados como um todo têm transformado a forma como as empresas desse porte operam e como são vistas pela sociedade (Wink, 2015, p. 53).

Com isso, começaram a buscar alternativas para compensar a degradação causada, o desenvolvimento sustentável é um deles, além de atrair o comércio verde, que atualmente é essencial e destaca-se entre os competidores desse mercado, com isso a empresa tem como principal desafio integrar sociedade, meio ambiente e economia em suas atividades.

Amade e Lima (2009, p. 238) afirmam que “empresas de mineração têm sido orientadas em usar sua capacidade técnica/financeira para estimular governos locais no desenvolvimento de novos negócios não ligados à mineração”.

Enriquez (2007, p. 27) e Viana (2012) acreditam que a mineração pode ser sustentável se promover a equidade intra e intergeracional de formas diferentes, minimizando e compensando seus impactos negativos e mantendo níveis de proteção ecológica e de padrões ambientais.

O termo ‘mineração sustentável’ ainda não é totalmente reconhecido pois ainda gera conflitos com a real sustentabilidade constante, entretanto, o fato de utilizarem de recursos esgotáveis, essa atividade tem que compensar pelo menos a sociedade que é afetada pelo seu desenvolvimento (Carvalho et al., 2009, p. 1).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A mineração prevalece sendo uma das atividades antrópicas que mais trazem recursos a economia nacional, o Brasil possui solo fértil e suas diversas preciosidades no quesito minério faz com que essa atividade só cresça conforme o passar dos anos. A exploração do minério traz sem dúvidas o desenvolvimento do nosso país, apesar dos efeitos negativos causados pela retirada de bens não renováveis.

O termo impacto ambiental sempre gerará discussões, pois a preocupação com o meio ambiente aumento conforme o passar dos anos, tanto a população, como a comunidade científica têm se voltado às práticas sustentáveis.

O principal impacto negativo da mineração é a sua alteração ao equilíbrio ecológico da área escolhida para a instalação do empreendimento. Essa alteração afeta o ar, água, solo, fauna, flora de maneira direta, tendo a sua resposta quase que imediatamente, como no caso de atropelamento de animais por construção de estradas, poluição dos rios por rejeitos da mineração, a degradação da paisagem pelo desmatamento, além da poluição do solo.

A população também é afetada indiretamente, muitas comunidades que moram próximas ao futuro empreendimento muitas vezes se veem obrigadas a uma mudança drásticas na vida.

A polêmica em cima desses impactos acabou dando a mineração o rótulo de uma das atividades mais poluentes no mundo atual, apesar da agropecuária, petroquímica também terem o mesmo ou até maior grau de degradação. Com os avanços em pesquisas e a atenção da mídia acima do Desenvolvimento Sustentável, os empreendedores buscam ao selo verde, ao rótulo de atividade sustentável, onde que de certa forma encobre o impacto que sua atividade pode causar, além de sair na frente dos competidores no mercado mundial.

Medidas mitigadoras para os impactos avaliados são exigências de órgãos federais para o empreendimento de mineração, além de ser obrigatório o Licenciamento Ambiental para a operação da atividade.

Entretanto, apesar de todas as exigências de órgãos ambientais, ainda é possível encontrar impactos devastadores dessa atividade, trazendo perdas irreversíveis ao meio ambiente e os ecossistemas envolvidos, um exemplo atual é a queda das barragens de Mariana em Minas Gerais, onde o Rio Doce foi considerado extinto, além da regeneração da área demorar anos.

Algumas alternativas para a manutenção do empreendimento, como o uso de bioindicadores ambientais e os modelos de estado-impacto-resposta. No caso dos bioindicadores, eles são tolerantes e sensíveis às adversidades do ambiente, podendo ajudar também nos procedimentos de estado-impacto-resposta, que são modelos de avaliar o equilíbrio do ambiente.

O Brasil ainda é atrasado nas avaliações ambientais desses empreendimentos, as pesquisas envoltas de alternativas para a manutenção ainda são pequenas perto das dos

países desenvolvidos, faz-se necessário o interesse e apoio financeiro para esse tipo de pesquisa, não só em mineração, mas em todas as atividades antrópicas consideradas degradantes. Além de agregar todos os ecossistemas além do aquático, o país possui muitas espécies não conhecidas que além de poderem ser preservadas ou utilizadas como apoio nesses projetos.

Uma legislação mais rígida também se faz necessária, tendo como um dos principais requisitos a liberação da operação após todos os papéis do licenciamento ambiental apresentados, porque ainda existem o famoso jeito brasileiro, onde exceções são colocadas.

Apesar dos contras em cima da mineração, ela traz benefícios que também são poucos divulgados além do financeiro, a geração de emprego que um novo empreendimento traz tem um percentual alto, principalmente as comunidades próximas. Os projetos socioambientais propostos pelos empreendimentos garantem bem-estar para a população, além do alto gasto com a atitude sustentável.

Espera-se que futuramente essa atividade que desenvolve um país, sendo uma das bases econômicas seja finalmente reconhecida como mineração sustentável, trazendo de volta o equilíbrio social, econômico e ambiental.

## **REFERÊNCIAS**

AMADE, P.; LIMA, H. M. **Desenvolvimento sustentável e garimpo – O caso do Garimpo do Engenho Podre em Mariana, Minas Gerais**. Revista Escola de Minas, Ouro Preto. v. 62, n. 2, p. 237-242, abr.-jun. 2009.

ARAÚJO, F. S. et al. **Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG**. Revista Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, MG. v. 29, n. 6, p. 983-992, ago. 2005.

ARAÚJO, G. C.; SILVA, R. P. **Desenvolvimento Sustentável do Meio Ambiente: Estudo no Instituto Souza Cruz**. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA. 2004, Belo Horizonte. Anais... p. 1-7.

BETT, J. Z; FARIAS, P. M. **Escarabeíneos Como Indicadores De Qualidade Ambiental.** In: 2º SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – SICT-SUL, 2013. Santa Catarina. Resumos... Araranguá. p. 692.

CARVALHO, C. E. V. et al. **Distribuição de metais pesados em peixes costeiros bentônicos da região de Macaé, R.J., Brasil.** Revista Ecotoxicology and Environmental Restoration, v. 3, n. 2, p. 64-68, 2000.

CARVALHO, F. F. et al. **Mineração sustentável: os desafios de conciliar a exploração de recursos não-renováveis a uma prática sustentável geradora de desenvolvimento econômico.** In: XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção - A Engenharia De Produção E O Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia E Gestão. Salvador – BA, 2009.

CUNHA, L. O. et al. **Análise Multivariada Da Vegetação Como Ferramenta Para Avaliar A Reabilitação De Dunas Litorâneas Mineradas Em Mataraca, Paraíba, Brasil.** Revista Sociedade de Investigações Florestais, v.27, n.4, p.503-515. Viçosa, MG, set. 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Gestão de Recursos Minerais como Fator de Desenvolvimento.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO MINERÁRIO. 2010.

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

FARIAS, C. E. G. **Mineração E Meio Ambiente No Brasil.** Outubro, 2002. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/minera.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf)>. Acesso em 7 de jan. de 2016.

MECHI E SANCHES, F. R. C. et al. **Impactos socioambientais da mineração no Brasil**. In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SAÚDE & AMBIENTE (2ºSIBSA). Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <[http://www.sibsa.com.br/resources/anais/4/1404160092\\_ARQUIVO\\_SIBSA\\_FranciscoFernandes.pdf](http://www.sibsa.com.br/resources/anais/4/1404160092_ARQUIVO_SIBSA_FranciscoFernandes.pdf)>. Acesso em: 12 de jan. de 2016.

FERREIRA, A. P. et al. **Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil**. Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 10, n. 2, p. 229-241. 2010

FERREIRA, E. S. et al. **Sustentabilidade No Setor De Mineração: Uma Aplicação Do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta**. Revista Engenharia Ambiental, v. 7, n. 3, p. 74-91. Espírito Santo do Pinhal, set. 2010.

ILHEUS MINERADORA. **Estudo de Impacto Ambiental**. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/secomilheus/estudo-de-impacto-ambiental-ilhus-mineradora>>. Acesso em 18 de jan. de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Informações sobre a economia mineral brasileira**. Brasília, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Mineração & Economia Verde: Encontro da Indústria para a sustentabilidade**. Brasília, 2012.

IPT. **Curso de Geologia de Engenharia aplicada a problemas ambientais**. São Paulo. 1992V 3. 291p.

LIMA, D. P. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia Do Rio Cassiporé, Estado Do Amapá, Amazônia, Brasil**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2013.

MICRON-ITA INDÚSTRIA E COMERCIO DE MINERAIS LTDA. **RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL-EIA (Exploração de Calcário, Quixeré-CE)**. Março, 2010. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2011/06/QUIXERE-EXTRACAO-CALCARIO.pdf>>. Acesso em 18 de jan. de 2016.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. **Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo**. Revista de Estudos Avançados, v. 24, n. 68, São Paulo, mar. 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Manual de Impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. f. 297. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Caderno De Licenciamento Ambiental**. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/dai\\_pnc/\\_arquivos/pnc\\_caderno\\_licenciamento\\_ambiental\\_01\\_76.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_arquivos/pnc_caderno_licenciamento_ambiental_01_76.pdf)>. Acesso em 18 de jan. de 2016.

MOREIRA, H. F. **O desenvolvimento sustentável no contexto do setor mineral brasileiro**. 2002. 58 f. Monografia (Pós graduação em Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003

PENSAMENTO VERDE. **Entenda a importância das Medidas Mitigadoras e Compensatórias**. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/entenda-importancia-das-medidas-mitigadoras-e-compensatorias/>>. Acesso em: 18 de jan. de 2016.

PEREIRA, M. P. S. et al. **Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na ilha da madeira, Itaguaí, RJ**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 197-204, jul-set, 2007.

PESSOA, G. A. **Avaliação de projetos de mineração utilizando a teoria das opções reais em tempo discreto - um estudo de caso em mineração de ferro.** 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) – Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro, 2006.

SAMARCO MINERAÇÃO S/A. **Rima - Relatório De Impacto Ambiental Do Projeto Da 4º Usina De Pelotização Em Ponta De Ubu, ES.** Relatório Técnico. Novembro, 2009. Disponível em:

<[http://www.meioambiente.es.gov.br/download/RT\\_409\\_09\\_RIMA.pdf](http://www.meioambiente.es.gov.br/download/RT_409_09_RIMA.pdf)>. Acesso de 18 de jan. de 2016.

SILVA, J. P. S. **Impactos ambientais causados por mineração.** Revista Espaço da Sophia, n. 8, ano 1, nov. 2007.

SYDOW, V. G. et al. **Aspectos estruturais da fauna de solo em áreas sob influência do processamento do carvão mineral no Sul do Brasil.** In: *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil.* Caxambu – MG, 2007.

VASCONCELOS, R. F. et al. **Propostas de medidas Mitigatórias em áreas de Mineração em município do Estado da Paraíba.** In: *XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.* Salvador, Bahia. 2009.

VIANA, M. B. **Avaliando Minas: índice de sustentabilidade da mineração (ISM).** 2012. 372 f. Dissertação (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2012.

WINK, P. K. S. et al. **Reação Aos Acidentes Ambientais: Um Estudo Em Uma Mineradora No Mercado Brasileiro.** Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos, v. 12, n. 1, p. 52-67, mar. 2015.