IMPACTOS DA MINERAÇÃO E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA COM AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS DE PEQUENO PORTE

José Sepe¹
Nemésio Neves Batista Salvador²

RESUMO

Diversos impactos ambientais são gerados pelas atividades de mineração, como supressão de vegetação, remoção da camada de solo superficial e sua exposição a processos erosivos, poluição do ar, destruição de ecossistemas diversos, entre outros, com destaque no presente trabalho para o comprometimento da quantidade e qualidade das águas para as populações do entorno das áreas mineradas, que utilizam suas terras para o desenvolvimento de atividades agrícolas, particularmente as de pequeno porte, geralmente para subsistência ou para comercialização local. Os pequenos agricultores utilizam geralmente para irrigação e suas demais atividades agropastoris água de poços rasos, do aquífero freático e de riachos, que são mais suscetíveis à poluição causada, dentre outras atividades, pela mineração. Há que se ressaltar, por exemplo, o problema dos garimpos que poluem as águas afetando as populações ribeirinhas na Amazônia, o recente vazamento de resíduos líquidos com contaminantes químicos para cursos d'água e igarapés em Barcarena-PA, e o rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro da mineradora Samarco em Mariana-MG, poluindo o Rio Doce e prejudicando as atividades agrícolas e pesca artesanal ao longo de seu curso. O presente trabalho, desenvolvido com base em levantamento bibliográfico, em alguns estudos de caso pelo país e na experiência dos autores, objetiva apresentar e discutir os impactos e conflitos causados pela mineração relativos ao uso da água por parte de pequenos agricultores, que não tem acesso a tecnologias e a instrumentos jurídicos para se proteger, prevenindo e mesmo corrigindo os efeitos negativos causados à sua atividade agrícola e pecuária. São também indicadas algumas possíveis propostas e soluções para o problema em questão.

Palavras-chave: Atividades agrícolas; mineração; uso da água; impactos socioambientais.

INTRODUÇÃO

As atividades de mineração são causadoras de inúmeros impactos ambientais gerados por diversas ações sobre o meio físico – solo, ar e água, biótico – flora e fauna e antrópico – socioeconomia, gerando impactos negativos e problemas para as atividades agropecuárias, desde os grandes empreendimentos até os de pequeno porte, que geralmente são os mais suscetíveis a esses impactos e, portanto, os maiores prejudicados.

Dentre os impactos negativos destaca-se a deterioração da qualidade das águas de rios, córregos e reservatórios da mesma bacia, a jusante das minerações, em da poluição causada por substâncias lixiviadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxas, silte e argila, matéria orgânica, metais pesados etc. Além disso, o regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos pode ser alterado por escavações ou quando se faz uso desses recursos na lavra para desmonte hidráulico e beneficiamento de minérios, podendo também causar o rebaixamento do lençol freático (MECHI e SANCHES, 2010).

¹Geóloga, Doutoranda pela Universidade de Araraquara/PPG-DTMA;

²Engenheiro Civil, Docente da Universidade de Araraquara/PPG-DTMA e da Universidade Federal de São Carlos/PPGEU.

Destaque, no presente trabalho, para o comprometimento da quantidade e qualidade das águas para as populações do entorno das áreas mineradas, que utilizam suas terras para o desenvolvimento de atividades agrícolas, particularmente as de pequeno porte, geralmente, para subsistência ou para comercialização local. A água, no caso, é um recurso vital para essas populações, que se abastecem das águas de poços rasos freáticos, nascentes ou de pequenos córregos próximos, os quais tendem a ser mais impactados dada a sua baixa capacidade de suporte à poluição ou menor proteção ambiental, como é o caso dos poços freáticos.

O trabalho foi desenvolvido através de levantamento bibliográfico, da experiência profissional dos autores e de alguns estudos de caso pelo país, sendo que os mais recentes receberam destaque pela mídia devido à abrangência dos impactos socioambientais desencadeados, como é o caso do rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro da mineradora Samarco em Mariana/MG e o vazamento de resíduos líquidos com contaminantes químicos para cursos d'água e igarapés em Barcarena/PA, oriundos da extração de bauxita pela mineradora Hydro Alunorte. Em ambos os casos houve grandes transtornos e prejuízos para as populações ribeirinhas e pequenos produtores agrícolas.

Conflitos localizados denunciando o uso e contaminação das águas pelas mineradoras, além de outros impactos socioambientais são abordados por pesquisadores, Organizações Não Governamentais, associações, imprensa etc. em diversos estados do Brasil.

Silva et al. (2004) tratam dos elevados teores de metais pesados que podem ser encontrados na cadeia trófica e no homem em arredores de áreas de mineração, pelo aporte desses elementos em solos agrícolas, cursos d'água e nos alimentos produzidos nessas áreas, podendo colocar em risco toda população localizada no entorno dos empreendimentos minerários e ressalta que a drenagem ácida constitui sério problema ambiental, capaz de comprometer a qualidade dos recursos hídricos, cujas águas se tornam inadequadas para irrigação, consumo humano e animal e para uso industrial.

A mineração, caracterizada por um projeto de grande porte gera conseqüentemente grandes impactos socioambientais e, ao chegar numa região desestrutura a produção e a reprodução social dos agricultores familiares, caracterizando a desterritorialização local, já que a utilização dos recursos é apropriada por um determinado grupo em detrimento dos usos que outros grupos possam fazer de seu território e, com isso, assegurar a reprodução do seu modo de vida. Porém como ressaltam Pereira et al. (2016), apesar das dificuldades e entraves, as famílias desenvolvem estratégias e diversas maneiras de resistir e permanecer em suas terras.

Pereira et al. (2016) observam ainda que os agricultores possuem grande sensibilidade com relação ao “problema da água”, já que a maioria das famílias enfrenta problemas a ela relacionados, o que afeta diretamente a produção de alimentos das comunidades; rios foram contaminados e nascentes, córregos e brejos secaram, e a água de uma maneira geral vem diminuindo de alguns anos para cá, principalmente no período de estiagem; ressalta que o empreendimento minerário solapa as lógicas do uso do recurso água destas populações tradicionais e apropria-se de um recurso coletivo, negando o acesso, privatizando, ignorando a gestão comunitária e transformando a água em simples bem econômico. Mineradoras de grande porte geram grandes impactos socioambientais, chegando a desestruturar a produção social dos agricultores familiares, caracterizando a desterritorialização local, além do descaso das entidades públicas e privadas com o desenvolvimento rural. Porém, apesar das dificuldades e entraves, as famílias desenvolvem estratégias e diversas maneiras de resistir e permanecer em suas terras.

Para Henriques e Porto (2015), poluição, redução de mananciais e da biodiversidade e o desenvolvimento de conflitos são exemplos de externalidades geradas por empreendimentos como os mineradores. Afetadas as formas tradicionais de produção e de sobrevivência, os agricultores acabam sendo tolhidos de sobreviver com seus próprios meios, a partir de suas

próprias propriedades e a diminuição ou escassez de água pode significar o fim das formas tradicionais de produção, ligadas ao plantio e a criação de animais.

Magno (2015) destaca os desafios às populações e aos territórios atingidos pelos empreendimentos minerários, já que os movimentos sociais e as comunidades afetadas pela mineração estão levantando uma série de questões sobre a atividade mineral em territórios indígenas e em unidades de conservação ambiental.

Mudanças em Curso no Código da Mineração do Brasil e Impactos Socioambientais para Comunidades Atingidas pelas Atividades de Mineração

Os mesmos processos geológicos que dão origem aos depósitos minerais condicionam a sua localização na crosta terrestre, sendo que a abundância ou escassez dos elementos que compõem essa crosta determina a frequência de ocorrência dos diversos tipos de depósitos minerais. A essas peculiaridades associa-se o termo rigidez locacional, que expressa a restrição na seleção de áreas que possam gerar menores impactos ambientais na implantação de empreendimentos minerários. Muitas vezes, os locais de ocorrência são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem ou de demais recursos naturais com função ambiental de grande importância (MECHI e SANCHES, 2010). Portanto, é fundamental o planejamento das atividades de mineração e se faz então necessário a definição e implementação de diretrizes, legislação e normas relativas às mesmas.

O Código da Mineração Brasileiro foi publicado no ano de 1967 e, para atualizá-lo, o Governo Federal, através da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME), enviou, no ano de 2013, uma nova proposta a ser debatida na Câmara dos Deputados.

Trata-se do Projeto de Lei (PL) 5807/13, e que segundo Magno (2015) se juntou a outros seis projetos sobre o assunto que já tramitavam na casa desde o ano de 2011. No dia dezanove de março de 2015 foi reinstalada na Câmara a Comissão Especial para discutir o Novo Marco Regulatório da Mineração (NMM) no Brasil e o texto a ser debatido por essa comissão não era mais o original encaminhado pela SGM/MME, e sim o seu substitutivo.

Magno (2015) evidencia a relação entre a atividade extrativa e a economia nacional para compreender as mudanças territoriais que podem ser provocadas se o NMM for aprovado, considerando que nos anos recentes, uma série de mudanças vem ocorrendo no que tange a “reformas” de leis e códigos (Novo Código Florestal, Código das Águas e, mais recentemente, Novo Código da Mineração), causando o acirramento de conflitos ambientais, no campo e nas cidades. Essas mudanças condicionam um projeto de ordenamento territorial baseado na valorização da representação do espaço, em detrimento das possibilidades contidas nos espaços de representação.

Vale destacar alguns pontos contidos nos planos e projetos de lei em trâmite na Câmara dos Deputados desde o ano de 2013, referentes ao Novo Marco Regulatório da Mineração (NMM) no Brasil que foi assinado recentemente pelo atual Ministro das Minas e Energia e encontra-se em análise pelos técnicos do setor na Casa Civil (JORNAL DO BRASIL, 2018) e, de acordo com Magno (2015) visam (re)arranjar a atividade de mineração no Brasil e, conseqüentemente, outros territórios usados por populações tradicionais e/ou ocupados por Unidades de Conservação (UCs).

Um desses documentos é o Plano Nacional da Mineração 2030 (PNM), publicado pela SGM/MME, o qual desenhou um cenário em médio prazo para a mineração no Brasil e estabeleceu uma rota para a expansão da mineração no país. Tomando o ano de 2008 como base para este processo, o PNM prevê o aumento da extração de níquel em 400%, de cobre em 360%, de ouro em 260%, de ferro em 210% e de bauxita em 195% até o ano de 2030 e para atingir tais objetivos denominados estratégicos, Magno (2015) destaca o estabelecimento de diretrizes

para mineração em áreas com restrições legais, principalmente à exploração mineral em Terras Indígenas (TIs) e também em UCs.

A atividade de mineração em TIs, até o momento, está proibida pela Constituição Federal (art. 49 e 231), que assegura que é de responsabilidade do Congresso Nacional autorizar a prospecção e exploração de recursos naturais em Terras Indígenas, e esta autorização está condicionada à realização de consultas aos povos afetados, assegurando sua participação nos resultados da atividade de mineração (BRASIL, 1988).

No tocante à mineração em áreas de UCs, Magno (2015) cita o caso conflituoso em Minas Gerais envolvendo comunidades rurais do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), que coloca em choque interesses da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), que pretende explorar bauxita na Região da Zona da Mata mineira, de agricultores familiares que são atendidos pela política de desenvolvimento territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do próprio PESB, cuja área é um dos poucos remanescentes de Mata Atlântica contínua do estado.

Silva (2002) retrata os conflitos sociais que decorrem da tentativa de conjunção de diferentes interesses de usos praticados na Área de Proteção Ambiental do Morro Estêvão e do Morro Albino em Criciúma, Santa Catarina. O conflito territorial tornou-se inevitável, diante da possibilidade de concessão de direitos de uso à atividade de mineração subterrânea do carvão, em área sob proteção ambiental. Os conflitos de interesses territoriais centrais, a nível local, confrontam agricultores e o uso agrícola das propriedades; a mineração de carvão; a expansão urbana; e a preservação dos recursos hídricos.

Viana (2015) trata do licenciamento ambiental previsto na Lei n. 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), considerada a verdadeira introdutora do tema na ordem jurídica, sendo que as grandes e médias minerações não escaparam a essa obrigação, inclusive com a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), um dos instrumentos da PNMA e respectivo Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

No contexto de debate político sobre mudanças na legislação minerária, novos movimentos sociais contrários à mineração tem ganhado visibilidade no país, como o Movimento Nacional pela Soberania Popular Frente à Mineração (MAM), criado em 2013. Os movimentos sociais de resistência à mineração estabeleceram uma estratégia unificada de mobilização da sociedade civil contra a ação predatória das mineradoras no país, através da construção do Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração (CNTFM), lançado em abril de 2013 em Brasília (Magno, 2015).

Impactos Socioambientais Decorrentes das Atividades de Mineração - Estudos de Caso

O Quadro 1 ilustra potenciais impactos socioambientais e consequências decorrentes das atividades de mineração aos pequenos produtores rurais e populações tradicionais que vivem no entorno das mineradas.

Quadro 1. Potenciais impactos negativos causados pela mineração.

Meio	Causa	Efeito/ Impacto
Solo	Supressão de vegetação Remoção do solo superficial	Diminuição da recarga e rebaixamento do lençol freático Perda de sedimentos e erosão Perda de fertilidade
	Escavações, movimento de terra Deposição de rejeitos	Alterações no relevo e na paisagem Poluição visual

Água	Supressão de vegetação, degradação de matas ciliares Perda de sedimentos e erosão Captação e uso excessivo de água Lançamento de efluentes	Assoreamento dos corpos d'água superficiais Diminuição da vazão de poços e nascentes Diminuição da vazão de rios e córregos e do volume de lagos/ reservatórios Escassez de água
	Supressão de vegetação e degradação de matas ciliares Perda de sedimentos Lançamento de efluentes <i>in natura</i> Lixiviação de poluentes Acidentes com liberação de poluentes (ex: rompimento de barragens de rejeitos)	Poluição das águas superficiais e subterrâneas (acidificação, aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio, queda do Oxigênio Dissolvido, cor, turbidez, metais pesados, salinização, eutrofização etc.)
Ar	Liberação de poeiras e gases Ruídos (ex: explosões, operação de máquinas)	Contaminação do ar (física e química) Poluição sonora
Biota	Supressão de vegetação Contaminação e poluição sonora do ar Poluição das águas superficiais	Afugentamento da fauna terrestre e avifauna, perda de habitat, contaminação, diminuição de populações e perda de biodiversidade
	Supressão de vegetação e degradação de matas ciliares Poluição das águas superficiais	Perda de áreas verdes e de vegetação nativa Contaminação da fauna aquática, mortalidade de peixes, diminuição de populações e perda de biodiversidade
Socioeconomia	Deslocamento de populações/ migração Aumento populacional	Descaracterização cultural, perda de identidade e de valores Diminuição/ extinção de manifestações culturais (ex: artesanato, festas típicas e comunitárias) Restrição/ diminuição de atividades turísticas
	Diminuição da vazão de poços, nascentes, rios e córregos e do volume de lagos/ reservatórios Escassez de água, poluição das águas Contaminação do ar Acidentes/ rompimento de barragens de rejeitos	Comprometimento das plantações/ perda de qualidade dos produtos Queda/ desvalorização da produção Desemprego, aumento da violência Doenças de veiculação hídrica, problemas respiratórios e doenças das vias respiratórias Medo, insegurança, prejuízos e riscos para as populações afetadas Desvalorização de terras

Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Observa-se no Quadro 1 um número significativo de impactos, superior a trinta, sendo que um impacto em determinado meio pode ser a causa de impacto em outro meio. Por exemplo, a perda de sedimentos e erosão do solo podem se constituir em causa para o assoreamento dos corpos d'água superficiais; a contaminação do ar pode ser causa de problemas respiratórios e doenças das vias respiratórias.

A seguir, são apresentados alguns casos de efeitos/ impactos de atividades ligadas à mineração que geraram conflitos e causaram transtornos e prejuízos a pequenos produtores rurais, dentre outras populações afetadas.

Mineroduto Minas Gerais – Rio de Janeiro

Pereira et al. (2016) estudaram as comunidades rurais de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim, atingidas pela mineração por meio do projeto Minas-Rio, cujo

empreendedor é a empresa Anglo American, e que possui o maior mineroduto do mundo. Seu trabalho consistiu na caracterização da agricultura familiar na região, com relação às suas formas de organização, produção e comercialização, bem como, com relação ao uso da terra e água, e como o atingimento destas comunidades rurais pela mineração interfere negativamente no desenvolvimento rural da região, em bases sustentáveis e territoriais.

A região compreendida por Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim – MG localiza-se a aproximadamente 200 km de Belo Horizonte, sendo conhecida pelo potencial turístico advindo da Serra do Espinhaço e da Serra do Cipó, bem como pela produção de queijos minas artesanais do Serro. Devido ao empreendimento minerário Minas-Rio da empresa Anglo American, que consiste na extração de minério de ferro e transporte, via mineroduto, para o porto em São João da Barra – RJ, para fins de exportação, a possibilidade de valorização das populações tradicionais do território, através de programas e políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural da região, transformou-se em tensões e conflitos.

A agricultura familiar nessas localizadas contribui efetivamente para a geração de ocupação e renda locais em mais de 70%. As principais lavouras cultivadas na região são roças de cana, milho, feijão, mandioca e café, que tem como destino o autoconsumo familiar, mas também o comércio e as trocas comunitárias. A produção tem como objetivo garantir a satisfação de suas necessidades, e não a realização do lucro. Outra vocação produtiva da região é na produção de leite/queijo, presente em muitas comunidades. No geral as famílias possuem horta e pomar, produzindo para o autoconsumo e também para a comercialização. A criação de pequenos animais, como galinhas, porcos e, em poucos casos, peixes, são voltadas para o autoconsumo familiar, mas também são comercializadas. Há também há criação de abelhas para produção de mel, tanto para o autoconsumo familiar quanto para o comércio local.

A indústria doméstica rural na região se caracteriza por criar um produto artesanal, com inserção em mercados locais, com processos produtivos específicos e definidos pelos recursos do local. Além do queijo, requeijão, mussarela, quitandas e doces, são produzidos também farinha de mandioca, fubá de milho, polvilho, geleias de frutas, mel, própolis, cachaça, melado e rapadura. A infraestrutura costuma ser comum, de forma que os produtos são produzidos nas próprias cozinhas, com os pequenos equipamentos que possuem, mas em alguns casos há o uso de casas próprias para produção, como casas de farinha, casas de queijo, engenho e alambique.

Apesar de não serem reconhecidos como comunidades diretamente atingidas pelo empreendimento, os moradores da região passaram por uma mudança significativa em seu cotidiano. O acesso aos recursos naturais, que antes eram abundantes, de uso comum, foi privatizado não permitindo à população local compartilhar o espaço produtivo e proibindo o acesso a estes recursos. Isso trouxe graves dificuldades para a produção de seus alimentos, a manutenção de suas práticas culturais e, conseqüentemente, a permanência das famílias em suas terras.

A problemática da água é bastante séria em toda a região e a maioria das famílias enfrenta problemas relacionados com a água, o que afeta diretamente a produção de alimentos das comunidades. Rios foram contaminados e nascentes, córregos e brejos secaram, e a água de uma maneira geral vem diminuindo de alguns anos para cá, principalmente no período de estiagem. Esta escassez hídrica afeta diretamente a família, a lavoura, as criações e a indústria doméstica rural.

Várias comunidades estão sendo impactadas diretamente pela mineradora, desde a extinção de nascentes, áreas de preservação até a contaminação de cursos d'água, causando total dependência e subordinação a Anglo. A maioria das famílias faz captação de água através de nascentes, mas também usam cisternas, poço da comunidade, córregos e no caso das comunidades fragilizadas pela mineradora captam de uma caixa d'água que é abastecida por um caminhão pipa contratado da Anglo, como medida de compensação pelo estrago hídrico por

ela causado. Utilizam a pouca água fornecida pela empresa, desde abastecimento familiar até a agroindústria.

A produção da região, comprometida pela mineradora, não é suficiente para garantir o consumo alimentar, tornando as comunidades mais vulneráveis e carentes, que complementam suas rendas, através do programa bolsa escola/família, aposentadoria e emprego assalariado (terceirizadas da Anglo). Para completar o quadro de abuso dos direitos ambientais destas famílias, a empresa Anglo American realiza visitas na região com o intuito de comprar mais terras, pressionando as poucas famílias resistentes, e também para fiscalizar a extração de lenha por elas.

O empreendimento minerário solapa as lógicas do uso do recurso água destas populações tradicionais: suas ideias e sentimento com relação aos recursos hídricos. Não compreendem suas racionalidades e vão à contramão da perspectiva dos agricultores. Apropriam-se de um recurso coletivo, negam o acesso, privatizam, ignoram a gestão comunitária, transformam a água em bem econômico (PEREIRA et al., 2016).

Bauxita na Zona da Mata em Itamarati de Minas - MG

Em outro estudo, Porto e Henriques (2015) relatam na região da Zona da Mata, a existência de reservas de bauxita que levou à implantação nessa região, nas duas últimas décadas, de duas plantas de exploração e beneficiamento de bauxita, matéria-prima do alumínio. Como efeito imediato, as populações dos territórios passaram a conviver com a apropriação, por parte das empresas, de recursos naturais como a água e dos usos do solo. Ao mesmo tempo, elas passaram a ser impactadas por mudanças bruscas no ambiente físico e social e nas relações de poder que, por sua vez, interferem diretamente na organização dos espaços vividos pela coletividade. Poluição, redução de mananciais e da biodiversidade e o desenvolvimento de conflitos são exemplos de externalidades geradas por empreendimentos como os mineradores.

O município de Itamarati de Minas foi emancipado politicamente em 1963 e a base econômica do município é a agricultura familiar, baseada na pequena propriedade, onde se praticam a pequena policultura e a criação de gado leiteiro. Os impactos ligados à extração do minério se associam à retirada de matas e da vegetação original do topo de morros. O resultado é que, mesmo com a adoção, por parte da empresa, de medidas mitigadoras, ocorre sensível redução das águas que são usadas pelas famílias desses territórios.

Como medidas chamadas de mitigadoras, a empresa adota um conjunto de expedientes supostamente capazes de solucionar os impactos ambientais produzidos durante a extração da bauxita. A parte fértil do solo é retirada, para posteriormente ser devolvida; valas são construídas para reter as águas pluviais nas partes íngremes; após o esgotamento da mina, ocorre o replantio de vegetação que deveria ser original. Porém, observa-se nessas áreas a predominância de braquiária e eucalipto. De acordo com relato dos moradores, os assoreamentos, em períodos chuvosos, são constantes e muitas vezes vêm acompanhados pela poluição das águas que servem para uso diário.

Durante o transporte do minério até a planta de beneficiamento, onde o mesmo é lavado e triturado e depois encaminhado até o embarcadouro, situado a cerca de 30 quilômetros, são produzidos impactos ambientais que afetam diretamente as populações residentes ao longo das estradas, sendo a principal queixa da população rural o excesso de poeira produzida pelo tráfego de caminhões pesados, que transportam o minério. A poeira cobre de tom alaranjado toda a vegetação próxima às estradas e afeta o cultivo de pequenos produtores rurais, impedindo, por exemplo, o cultivo de verduras e legumes. Famílias que residem a quilômetros de distância são tão afetadas quanto as que têm suas propriedades cortadas pelas vias de transporte.

Não existe uma organização que defenda os direitos dos agricultores. As negociações com a empresa para a venda dos direitos de exploração são realizadas de forma individual. Para

as famílias, o território possui valores considerados como de sobrevivência e reprodução social, que são garantidas pelas formas tradicionais de ocupação.

Barragem de Rejeitos de Fundão da Samarco em Mariana - MG

A represa acumuladora de rejeitos pertencente à mineradora Samarco S/A, cujos acionistas majoritários são a Companhia Vale do Rio Doce e a anglo-australiana BHP Billinton, localizada na cidade mineira de Mariana/MG, rompeu-se no dia 05 de novembro de 2015, causando um desastre ambiental sem precedentes na história do Brasil, derramando enorme quantidade de lama de rejeitos que destruiu o distrito de Bento Rodrigues, extinguindo vidas humanas, contaminando rios e destruindo florestas inteiras.

Os efeitos imediatos dessa tragédia puderam ser observados desde a jusante da barragem destruída, em Minas Gerais, até a foz do rio Doce, no mar do Espírito Santo.

Com população estimada em 612 habitantes, o distrito de Bento Rodrigues, localizado na cidade mineira de Mariana, foi o primeiro a receber o impacto da onda de rejeitos (LOPES, 2016). Devido à violência da enxurrada, o pequeno povoado simplesmente desapareceu soterrado em um mar de lama. Todos os sobreviventes ficaram desabrigados. Além das perdas de vidas humanas, cujos valores são incalculáveis, em apenas onze minutos de avalanche todo patrimônio histórico e cultural, construído ao longo de séculos, foi dizimado pelo mar de rejeitos.

O acidente também atingiu de forma devastadora as coberturas vegetais conhecidas por “matas de galeria”. Sua preservação é considerada importante para a manutenção do ecossistema hídrico, pois as matas de galeria, assim como as ciliares, possuem raízes que atuam no sentido de preservar os cursos d’água de processos erosivos fluviais.

Especificamente no que tange à biodiversidade aquática e a qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Doce os danos causados foram particularmente perversos e imensos. Em alguns casos, as perdas foram irreversíveis, haja vista a possível extinção de espécies consideradas endêmicas. Por onde a lama de rejeitos passou deixou um rastro de contaminação, mortandade e destruição.

De acordo com Lopes (2016), no primeiro dia do desastre observou-se a completa aniquilação dos anfíbios, mamíferos e animais de pequeno porte, cujos habitats estabelecidos às margens dos rios foram soterrados pelos resíduos. Quanto aos danos causados à ictiofauna identificou-se ao longo do trajeto do rio Doce um elevado índice de mortandade de peixes devido ao alto nível de turbidez da água, fechando as brânquias dos peixes que morreram por asfixia. Em decorrência do alto grau de turbidez, as águas ficaram momentaneamente impróprias para o consumo humano e para a agropecuária. Todas as cidades que dependiam do rio Doce para o abastecimento de água à população tiveram que interromper sua captação.

O rompimento da barragem de fundão, como era denominada, gerou uma onda de lama residual tão devastadora e poluente que, durante sua trajetória até o mar do Espírito Santo, além de ter causado a extinção do distrito de Bento Rodrigues e seus habitantes, soterrou centenas de nascentes, contaminou importantes rios como o Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, destruiu florestas inteiras que estavam situadas em Áreas de Preservação Permanente e causou prejuízos sociais e econômicos de grande amplitude a populações inteiras, já que no percurso muitas comunidades que viviam da pesca e da agricultura familiar ficaram prejudicadas.

Lançamento de efluentes da Hydro Alunorte em Barcarena - Pará

De acordo com a CPT (2018), entre os dias 16 e 17 de fevereiro de 2018, uma lama vermelha, resultante da lavagem química de bauxita para a produção de alumina da refinaria Hydro Alunorte, inundou comunidades ribeirinhas e quilombolas, contaminando rios, igarapés e poços artesianos. A saúde de 400 famílias ficou afetada. Segundo laudo do Instituto

Evandro Chagas (IEC), a água dos mananciais ficou poluída e imprópria para o consumo humano. O laudo do IEC apontou indícios de transbordamentos e lançamentos de efluentes não tratados na região de Barcarena/PA, onde vivem 121.190 habitantes. Os resultados físico-químicos e níveis de metais pesados mostraram que ocorreram alterações nas águas superficiais que comprometeram sua qualidade e impactaram diretamente na comunidade Bom Futuro.

No documento do IEC apontado pela CPT (2018) consta que as águas apresentaram níveis elevados de alumínio e outros elementos associadas aos efluentes gerados pela Hydro Alunorte como chumbo, nitrato, sódio e alumínio.

O quilombo Sítio São João, assim como toda comunidade quilombola, é protegido pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que determina que qualquer atividade desenvolvida dentro da comunidade deve passar por consulta desses povos (CPT, 2018). Uma das moradoras da Comunidade do Tauá, disse que a empresa usou carros-pipa e também caçambas com areia para esconder a lama tóxica que inundou as casas, lagos e igarapés.

As comunidades tradicionais e quilombolas de Barcarena são cercados por igarapés e tinham como atividade principal a pesca, sendo que a extinção das espécies decorrentes da contaminação dos rios vem ocorrendo há anos. Há relatos de moradores destas comunidades que cinco nascentes foram extintas, além de várias castanheiras centenárias.

Contaminação por Mercúrio no Amazonas

Andrade (2018) relata sobre as comunidades indígenas e ribeirinhas que vivem em áreas próximas a usinas hidrelétricas na Amazônia e que podem estar expostas a altos níveis de mercúrio. A suspeita é de um grupo de pesquisadores brasileiros e espanhóis do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA). Eles analisaram amostras de fios de cabelo de 37 ribeirinhos que vivem em ilhas na região de Caraipé, no lago Tucuruí, nos arredores da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, a segunda maior do Brasil. Verificaram que mais da metade dos moradores apresentava níveis de contaminação até sete vezes superior ao limite de 10 microgramas de mercúrio por grama de fio de cabelo tolerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os pesquisadores argumentam que os ribeirinhos de Tucuruí estão se contaminando a partir da ingestão de peixes.

Ao analisar o histórico da região, os pesquisadores constataram a existência de vários pontos de mineração, nenhum deles ligado à extração de ouro. Por isso, sugerem que a principal fonte de contaminação por mercúrio seria decorrente de um efeito indireto provocado pelo funcionamento da hidrelétrica de Tucuruí, construída entre 1974 e 1985.

Para os pesquisadores (Andrade, 2018) a construção da barragem criou ecossistemas fechados que periodicamente são inundados. Assim, todos os anos, na época chuvosa, quando o rio transborda e invade a floresta, suas águas ricas em matéria orgânica em decomposição misturam-se à grande quantidade de matéria orgânica jovem e, com o passar do tempo, sob a ação da luz solar, esses compostos produzem peróxido de hidrogênio, que ajuda a liberar o mercúrio inorgânico estocado no solo. Em seguida, bactérias anaeróbicas convertem a substância em metilmercúrio, que entra na cadeia alimentar aquática. O metilmercúrio é a forma mais tóxica de mercúrio, capaz de driblar o sistema de defesa do organismo e atingir o cérebro. Nesses casos, pode causar uma síndrome neurodegenerativa grave chamada doença de Minamata, caracterizada por tremores, problemas de coordenação, distúrbios sensoriais, comprometimento da visão e da audição e, em casos extremos, morte.

O solo amazônico é naturalmente rico em mercúrio confinado, em sua forma inorgânica, menos agressiva e em algumas regiões as próprias características do solo e da água favorecem a concentração elevada do metal, como é o caso da bacia do rio Negro.

Ao ser liberado no meio ambiente, o metal é absorvido por algas, alimento de pequenos peixes, que são consumidos por peixes maiores. Os peixes que estão no topo da cadeia alimentar têm maior risco de acumular o mercúrio ao se alimentar de organismos menores contaminados.

É o caso do tucunaré (*Cichla sp.*), uma das espécies mais consumidas na região e amplamente comercializada em Belém. Episódios de contaminação por mercúrio também ocorrem em outros pontos da Amazônia, como é o caso de tribos do estado de Roraima. Em 2016, ao analisar amostras de fios de cabelo de 239 índios dos grupos Yanomami e Ye'kuana, de 19 aldeias, pesquisadores da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) verificaram que em algumas regiões até 92% dos indígenas apresentavam contaminação por mercúrio. Nesse caso, no entanto, o metal fora liberado no ambiente pela atividade garimpeira.

Mais de 400 hidrelétricas estão em operação ou em construção na região, sobretudo na bacia do Tapajós (ANDRADE, 2018).

Há que se ressaltar ainda a contaminação por mercúrio em regiões de garimpo artesanal de ouro na Amazônia, onde o mercúrio é empregado na separação do ouro misturado aos sedimentos extraídos manualmente dos aluviões e depósitos auríferos, por meio de bateias. O mercúrio contamina o solo, plantas, águas, peixes e outros animais, inclusive as populações daquelas regiões.

Andrade (2018) aponta ainda a importância de se estabelecer um plano de monitoramento ambiental para identificar as possíveis fontes de exposição ao mercúrio na Amazônia, que parecem extrapolar a atividade garimpeira. Outra estratégia seria aprofundar as análises dos corpos d'água na região e montar um mapa de risco de contaminação que pudesse ser usado para orientar as populações locais que dependem da pesca para sobreviver.

Carvão em Criciúma - SC

Silva (2002) pesquisou as minerações de carvão em Criciúma, Santa Catarina, apontando os impactos e conflitos da mineração com a água, agricultura e Áreas de Proteção Ambiental, como poluição das águas de superfície, deficiência da água para consumo humano e uso industrial, deficiência da água para irrigação, com restrições para o uso do arroz irrigado (importante setor econômico regional), perda dos recursos da pesca, perda da flora e da fauna da região, uso inviável dos rios e áreas ribeirinhas para recreação, restrição às atividades turísticas, poluição das águas subterrâneas. Além do impacto sobre os recursos hídricos, soma-se ainda a degradação dos solos a partir dos resíduos ricos em enxofre, emissões de CO² contribuindo para o aquecimento da superfície terrestre e emissões de nitrogênio e enxofre acarretando a formação de chuvas ácidas.

A acidez dos corpos d'água é uma das consequências ambientais mais graves da exploração do carvão mineral. A acidez não só ocasiona alterações nos ecossistemas, como também favorece a dissolução de alguns metais pesados presentes nos minérios. Os maiores índices associados à degradação ambiental da mineração de carvão sobre a saúde pública estão associados, contudo, às doenças do aparelho respiratório.

Na lavra a céu aberto, as águas percolam o material piritoso (FeS) exposto, em contato com o ar, elevando o nível de acidez e dissolvendo os metais presentes nos resíduos carbonosos. Disto decorre o assoreamento de cursos d'água receptores e ampliação das áreas de contaminação, além da ampliação do tempo de contato dos poluentes piritosos com a água e o ar. Nas depressões feitas pela exploração de carvão a céu aberto formam-se grandes lagoas, que captam águas de precipitações, águas efluentes de lavadores de carvão, águas filtradas de áreas adjacentes e águas de drenagem superficial, que em contato com os rejeitos da mineração, transforma-as em lagoas ácidas. A variação de níveis entre as lagoas decorre das precipitações, descargas, infiltrações e evaporações, sendo que o excesso flui para o sistema hídrico da área, contaminando os lençóis freáticos.

O problema relacionado à mineração de subsuperfície refere-se ao desequilíbrio hidrológico causado no maciço de cobertura, que repercute tanto no nível de rebaixamento do lençol freático, quanto na redução das condições normais de umidade dos solos, com influências adversas nas áreas de cultivo.

Mineração de agregados para a construção civil no Estado de São Paulo

Mechi e Sanches (2010) discorrem sobre a mineração de agregados (areia, argila, brita) em diversas áreas no Estado de São Paulo e relatam alguns impactos decorrentes da exploração assim como o uso dessas áreas após o término da lavra. A maioria das cavas de mineração abertas em várzeas para extração de areia ou argila resulta em lagoas que, apesar de destinadas ao uso de piscicultura ou pesque-pague na maioria dos planos de recuperação, acabam com frequência abandonadas e em processo de eutrofização. Geralmente, essas situações se repetem ao longo da mesma várzea, criando um adensamento de lagoas e alterando significativamente o ambiente original em razão dos impactos cumulativos. Já a extração de areia em calha de rio tem causado o rebaixamento de seu leito e desequilíbrio do meio, provocando o solapamento e a erosão das margens.

A extração de areia em leito de rio, de areia e de argila em áreas de várzea ou nas margens de cursos d'água ou lagos, de rochas variadas usadas na construção civil em topos de morro ou encostas íngremes atingindo nascentes, cursos d'água e a vegetação nativa são comuns no Estado de São Paulo, e a grande maioria dos empreendimentos obteve licença de funcionamento sem ter apresentado o EIA/RIMA. A extração de areia por meio de jateamento de água no solo (desmonte hidráulico) também é comum, e, da mesma forma, a maior parte dos empreendimentos não tem EIA/RIMA (MECHI e SANCHES, 2010).

Medidas Preventivas/ Mitigadoras dos Impactos

A seguir, no Quadro 2, são apresentadas de forma sintética medidas preventivas/ mitigadoras para os diferentes meios (físico – solo, água e ar; biótico – fauna e flora; e antrópico - socioeconomia), de acordo com os efeitos ou impactos apresentados anteriormente.

Quadro 2. Medidas preventivas/ mitigadoras dos impactos.

Meio	Efeito/ impacto	Medida preventiva/ mitigadora
Solo	Diminuição da recarga e rebaixamento do lençol freático Perda de sedimentos e erosão Perda de fertilidade Alterações no relevo e na paisagem Poluição visual	Minimização da supressão de vegetação, reflorestamento Estoque de água no caso de bombeamento para minimizar rebaixamento do lençol freático Drenagem adequada, curvas de nível, dissipação de energia das águas pluviais, controle de erosão Estocagem do solo superficial para posterior utilização Recomposição do relevo, revegetação, paisagismo
Água	Assoreamento dos corpos d'água superficiais Diminuição da vazão de poços e nascentes Diminuição da vazão de rios e córregos e do volume de lagos/ reservatórios Escassez de água	Preservação/ recomposição de matas ciliares, controle de erosão Uso racional da água, circuito fechado para os processos da mineração que utilizam água Planejamento junto aos Comitês de Bacia Hidrográfica dos diversos usos da água, incluindo prioridade para o abastecimento público e as atividades agrícolas de pequeno porte
	Poluição das águas superficiais e subterrâneas (acidificação, aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio, queda do Oxigênio Dissolvido, cor, turbidez,	Reflorestamento, preservação/ recomposição de matas ciliares Reuso, recirculação e tratamento adequado dos efluentes

	metais pesados, salinização, eutrofização etc.)	Controle de erosão, contenção de sedimentos Plano de segurança e de contingência, análise de risco de acidentes e monitoramento sistemático das barragens de rejeitos
Ar	Contaminação do ar (física e química) Poluição sonora	Aspersão de vias e das áreas de mineração a céu aberto Utilização de equipamentos de controle de poluição do ar Barreiras de vegetação Eclusuramento de equipamentos (ex: compressores), evitar produzir ruídos à noite
Biota	Afugentamento da fauna terrestre e avifauna, perda de habitat, contaminação, diminuição de populações e perda de biodiversidade	Minimização da supressão de vegetação, reflorestamento Controle rigoroso da poluição em geral
	Perda de áreas verdes e de vegetação nativa Contaminação da fauna aquática, mortalidade de peixes, diminuição de populações e perda de biodiversidade	Minimização da supressão de vegetação nativa, reflorestamento Preservação/ recomposição de matas ciliares Controle rigoroso de poluição do solo e das águas
Socioeconomia	Descaracterização cultural, perda de identidade e de valores Diminuição/ extinção de manifestações culturais (ex: artesanato, música, festas típicas e comunitárias) Restrição/ diminuição de atividades turísticas	Evitar a relocação de populações locais, utilizar mão de obra local/ regional Respeito e fomento a cultura das populações locais Incentivo às manifestações culturais (artesanato, música, festas típicas e comunitárias etc.) Melhoria de infraestrutura das cidades próximas à mineração e incentivo ao turismo local/ regional
	Comprometimento das plantações/ perda de qualidade dos produtos Queda/ desvalorização da produção Desemprego, aumento da violência Doenças de veiculação hídrica, problemas respiratórios e doenças das vias respiratórias Medo, insegurança, prejuízos e riscos para as populações afetadas Desvalorização de terras	Controle rigoroso da poluição em geral Valorização e aquisição dos produtos locais produzidos pelas comunidades Fomentar a geração de empregos, utilizar mão de obra local Idem, controle rigoroso da poluição em geral e das condições sanitárias e de saúde dos funcionários das mineradoras e das populações locais Plano de segurança e de contingência, análise de risco de acidentes e monitoramento sistemático das barragens de rejeitos As mineradoras devem pagar o preço justo quando da aquisição de terras; indenizar também justamente proprietários e produtores afetados, quando for o caso

Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

As medidas preventivas/ mitigadoras apresentadas no Quadro 2 não esgotam as possibilidades; podem ser propostas outras medidas dependendo das condições e especificidades locais. Deve ser ressaltada a necessidade de um adequado planejamento antes do projeto de mineração, considerando alternativas locais em função das fragilidades e aptidões ambientais da área e região, respeitando rigorosamente o Zoneamento Econômico

Ecológico e demais diretrizes ambientais quando existentes, assim como as atividades agrícolas locais, dentre outras, principalmente aquelas de pequeno porte. Há que se fazer a devida Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e respectivos Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), o Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD) e proceder o monitoramento dos impactos após a implantação do empreendimento minerário.

Considerações Finais

Para que os avanços no processo de licenciamento ambiental visando à sustentabilidade do setor mineral aconteçam, Viana (2015) ressalta que são necessárias não apenas atitudes mais proativas de todas as empresas do setor mineral, como também integração e planejamento por parte do poder público em seus três níveis, objetivando assegurar um melhor cumprimento da legislação e o seu efetivo impacto na adequação ambiental da atividade minerária. No acompanhamento dessa adequação, é essencial, a participação da sociedade civil, num processo transparente e democrático, em especial das comunidades situadas no entorno das minerações, que sentem mais de perto seus efeitos deletérios, e dos municípios em que elas se situam, por serem os destinatários de parte significativa das receitas oriundas da atividade.

Para Mechi e Sanches (2010), o planejamento da lavra e o emprego de equipamentos podem reduzir os impactos durante a operação da atividade, porém não possibilitam a recuperação das condições originais da área, restringindo o uso futuro da área e alterando suas funções ambientais primitivas. Esses fatos se devem especialmente ao déficit de volume de materiais não comercializados ou rejeitos que podem ser empregados para preencher as cavas resultantes das escavações e recompor a topografia do terreno.

Considera-se necessário o planejamento adequado junto aos Comitês das Bacias Hidrográficas quando da implantação de novas áreas de mineração assim como buscar soluções com as já implantadas a fim de sanar os problemas do uso da água, além do mapeamento das áreas agrícolas de pequeno porte na bacia hidrográfica a qual estão inseridas.

Exigência de AIA e EIA/RIMA e/ou políticas efetivas nas três esferas do poder para a sustentabilidade do setor mineral em concordância com as formas de uso do solo das comunidades do entorno.

Fortalecimento das representações comunitárias nos processos de gestão dos territórios que englobam atividades de mineração e população tradicional e agricultores de subsistência ou de pequenas propriedades, mais suscetíveis, inclusive quando a atividade mineral se localizar em Terras Indígenas (TIs) e Unidades de Conservação Ambiental (UCs).

Referências Bibliográficas

ANDRADE, R. de O. Contaminação além do garimpo. Pesquisa FAPESP 265. Março, 2018. P. 61-63. Disponível em: http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2018/03/053-055_mercurio_265novo.pdf. Acessado em 23/05/2018.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292p.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA (CPT). Justiça e Ibama punem mineradora Hydro por vazamento em Barcarena. Reportagem Catarina Barbosa. Portal Amazônia Real. Publicado em 02 Março 2018. Disponível em: <https://www.cptnacional.org.br/publicacoes/noticias/conflitos-no-campo/4263-justica-e-ibama-punem-mineradora-hydro-por-vazamento-em-barcarena>. Acessado em 22/05/2018.

HENRIQUES, A. B.; PORTO, M. F. de S. Mineração, agricultura familiar e saúde coletiva: um estudo de caso na região de Itamarati de Minas-MG. *Physis Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 25 [4]: 1361-1382, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-73312015000400016>. Acessado em 16/05/2018.

JORNAL DO BRASIL. MME envia à Casa Civil decreto sobre Agência Nacional de Mineração. De 25/04/18 às 19h06 - Atualizada em 25/04/18 às 19h06. Publicado em <http://www.jb.com.br/pais/noticias/2018/04/25/mme-envia-a-casa-civil-decreto-sobre-agencia-nacional-de-mineracao/>. Acessado em 19/05/2018.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. *Sinapse Múltipla*, 5 (1), jun 1-14, 2016. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla>. Acessado em 21/05/2018.

MAGNO, L. Ordenamento territorial da mineração no Brasil e conflitos ambientais. *Geografias. Artigos Científicos*. Belo Horizonte, Janeiro-Junho, 2015. Vol.11 nº1. p. 84-107. Publicado em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/652> Acessado em 17/05/18.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. *Estudos avançados* 24 (68). São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/16.pdf>. Acessado em 22/05/2018.

PEREIRA, V. G.; BELLEZE, G.; BATTISTON K. de M.; PEREIRA, S. B.; PIMENTA, C. A. M. O potencial da agricultura familiar das comunidades rurais atingidas pela mineração nos municípios de Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro e Dom Joaquim: os entraves para o desenvolvimento rural em bases sustentáveis. Conference Paper, September 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313227937>. Acessado em 17/05/2018.

SILVA, Francisco José Barretto. Conflitos de uso em Área de Proteção Ambiental: Água, Mineração e agricultura. 167p. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC. 2002.

SILVA S. R.; PROCÓPIO, S.O.; QUEIROZ, T.F.N. & DIAS, L.E. Caracterização de Rejeito de Mineração de Ouro para Avaliação de Solubilização de Metais Pesados e Arsênio e Revegetação Local. *R. Bras. C. Solo*, 28:189-196, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000100018&script=sci_abstract&tlng=pt. Acessado em 24/05/18.

VIANA, M. B. Panorama do Setor Mineral: Legislação e Impactos Socioambientais. Meio Ambiente e Direito Ambiental - Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Câmara dos Deputados. Consultor Legislativo da Área XI. Brasília/DF, 2015. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/panorama-do-setor-mineral-e-impactos-socioambientais_boratto_politicas-setoriais. Acessado em 16/05/18.