

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
Disciplina PMI5027 – Sustentabilidade nas Indústrias Extrativas

**ANÁLISE DE RISCO CLIMÁTICO EM LICENCIAMENTO
MINERÁRIO: O CASO DA SIGMA LITHIUM NO VALE DO
JEQUITINHONHA**

**CLIMATE RISK ANALYSIS IN MINING LICENSING: THE CASE
OF SIGMA LITHIUM IN THE JEQUITINHONHA VALLEY**

Maurício Angelo, Mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade
de Brasília
Bruno Canongia Baeta Alvim, Economista pelo Insper
Bruno Peixoto, Faculdade de Direito da USP (FD-USP)

Trabalho de Conclusão da Disciplina
PMI5027 – Sustentabilidade nas
Indústrias Extrativas, da Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo.

Profa. Dra. Juliana Siqueira-Gay
Prof. Dr. Luis Enrique Sánchez

São Paulo

2024

Resumo / Abstract

A análise de risco climático tornou-se um componente crítico nos processos de licenciamento mineral globalmente. Esta revisão tem como objetivo fornecer uma visão concisa do desenvolvimento histórico da análise de risco climático na mineração, explorando os impactos das mudanças climáticas nas operações de mineração, a evolução do licenciamento ambiental e os desafios específicos enfrentados pelo setor de mineração brasileiro. Analisamos como estudo de caso o empreendimento da mineradora canadense Sigma Lithium no Vale do Jequitinhonha.

Climate risk analysis has become a critical component of mining licensing processes globally. This review aims to provide a concise overview of the historical development of climate risk analysis in mining, exploring the impacts of climate change on mining operations, the evolution of environmental licensing, and the specific challenges faced by the Brazilian mining sector. We analyze as a case study the Canadian mining company Sigma Lithium's venture in the Jequitinhonha Valley.

Palavras-chave / Keywords

mineração; licenciamento; mudanças climáticas; análise de risco; lítio; Jequitinhonha; transição energética.

mining; licensing; climate change; risk analysis; lithium; Jequitinhonha; energy transition.

Introdução e Discussão

A integração da análise de risco climático nas atividades econômicas, projetos, operações e empreendimentos de mineração ainda é de certa forma incipiente. Inicialmente, as atividades e operações de mineração se concentravam principalmente nos impactos ambientais diretos ou imediatos, como degradação do solo e poluição da água. No entanto, o reconhecimento crescente da importância do combate às mudanças climáticas deverá causar uma reorientação na percepção da relevância da gestão dos impactos climáticos de médio e longo prazos nas atividades de mineração, com a incorporação de avaliações de risco climático para mitigação e adaptação aos efeitos adversos de eventos climáticos extremos.

Por exemplo, no Chile, as operações de mineração estão em risco significativo devido a mudanças nos padrões de precipitação, que podem levar a secas severas ou inundações repentinas, interrompendo a cadeia de valor mineral e aumentando os riscos de poluição ambiental (Pérez et al., 2021). Del Rio et al (2023) apontam que a seca é fator mais crítico para a produção de cobre na região de Antofagasta, especialmente nas plantas de processamento que demandam grandes volumes de água. A limitação de recursos hídricos representa um sério risco para a continuidade operacional das minas, e poucas operações implementaram medidas de adaptação eficazes. Por outro lado, no Peru, estudo destacou a vulnerabilidade das regiões de mineração a eventos futuros de chuvas extremas, enfatizando a necessidade de um planejamento e design de minas resilientes ao clima.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2024) faz uma extensa listagem dos riscos enfrentados pela atividade com a nova realidade climática. Os riscos climáticos de transição no setor de metais e mineração estão ligados às mudanças em políticas públicas e regulamentações ambientais que visam a redução das emissões de carbono. Esses riscos incluem o aumento do preço do carbono e restrições impostas por governos, como taxas sobre emissões e exigências para reduzir a intensidade de carbono nas operações. Os riscos climáticos físicos, por sua vez, referem-se à intensificação de tempestades, inundações, e ao aumento do nível do mar. Essas condições climáticas extremas podem causar danos significativos à infraestrutura das minas, interromper cadeias de suprimentos e operações de transporte, e afetar a segurança dos trabalhadores e comunidades direta ou indiretamente afetadas. Outro risco importante é a escassez de

água em regiões com estresse hídrico, o que pode influenciar a produção em processos que demandam grandes volumes de recursos hídricos. Com o aumento das temperaturas globais, o derretimento do *permafrost* também é um fator crítico, comprometendo a integridade estrutural das operações de mineração em regiões de alta latitude.

O Brasil, com seus vastos recursos minerais, enfrentou desafios únicos na integração da análise de risco climático em seus processos de licenciamento de mineração. A Amazônia brasileira, em particular, tem sido um ponto focal devido à sua importância ecológica e às pressões das atividades de mineração, com destaque para extração de ouro e diamante.

O processo de licenciamento ambiental no Brasil tem tido a eficácia em mitigar riscos climáticos investigada. Estudos mostraram que, embora os passos legais sejam seguidos, há lacunas significativas na implementação de medidas de mitigação e na confiabilidade das avaliações de impacto ambiental. As indústrias de brita no Brasil, por exemplo, apresentaram discrepâncias em seus relatórios ambientais; embora todos os passos legais para obter as licenças tenham sido cumpridos, os relatórios apresentam falhas de elaboração, como a falta de uma equipe multidisciplinar e o fato de alguns dados divergirem da realidade, comprometendo a avaliação dos impactos ambientais (Monteiro & Silva, 2018).

Com a corrida pela transição energética do paradigma fóssil e não renovável, em direção à geração, distribuição e consumo de energia limpa e renovável, a mineração passou a integrar lugar estratégico e paradoxal no cenário regional e global. Em que pese todos os seus impactos ambientais e sociais intensos, as atividades e operações de mineração ainda são o meio pela qual minerais de terra rara são obtidos e transformados em matéria-prima para a produção e desenvolvimento de tecnologias, em especial, baterias e placas fotovoltaicas que deverão ser muito úteis à descarbonização e, portanto, à eletrificação de padrões de geração e consumo de energia pelo mundo.

No entanto, todo este desenvolvimento intenso de extração minerária para a transição energética mundial deverá observar do mesmo modo uma ampliada melhoria acerca de todos os impactos ambientais, sociais, econômicos e, sobretudo, climáticos em suas operações, sob pena do agravamento de riscos e impactos sinérgicos e cumulativos, tanto ligados à poluição do ar e violações sociais e a direitos humanos, como também à

expansão da emissão de gases de efeito estufa e ao impulsionamento de eventos climáticos extremos.

Em processos administrativos de licenciamento ambiental de projetos e operações de mineração se deve avançar em avaliações de impactos e riscos ao clima e a direitos humanos, com destaque para a gestão efetiva de danos e prejuízos a comunidades e territórios afetados (Milanez, 2021, p. 8). Em países do Sul Global ou em desenvolvimento, os projetos de mineração para extração de matéria-prima para a transição energética mundial são expostos a riscos de corrupção, fraude e acabam influenciados por grandes lobbys de empresas e grandes companhias mineradoras, de modo a fragilizar o controle a gestão dos licenciamentos e das licenças ambientais expedidas (Milanez, 2021, p. 18/19).

No que diz respeito aos riscos ligados às mudanças climáticas, os licenciamentos de atividades minerárias precisam avançar em termos de prevenção, controle e mitigação de impactos à estabilidade climática, questão que integra o direito e dever fundamental de proteção ambiental no Brasil, conforme o art. 225 da Constituição Federal de 1988. Dentre os fundamentos jurídicos que indicam esta necessidade de controle de riscos climáticos em licenciamentos, destaca-se o § 1º, IV, do art. 225 da CF/88, que dispõe que *“para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público” “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”*, bem como o Inciso V, pelo qual o Estado brasileiro deve *“controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”*.

No Brasil, a Lei Federal nº 12.187/2009 (Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC) relaciona a política climática com instrumentos da política ambiental, especialmente a realização de inventários de emissões de GEE e a avaliação de impactos ambientais sobre o microclima e o macroclima (ABRAMPA, 2023, p. 14).

Os princípios da prevenção, do poluidor-pagador e da responsabilidade intergeracional pela proteção ambiental, são diretrizes políticas e jurídicas que devem ser, naturalmente, materializadas no âmbito do licenciamento ambiental no Brasil, para exigir a

identificação, a avaliação, a mitigação e a compensação dos impactos climáticos dos empreendimentos, especialmente em face do atual cenário de emergência climática em curso (ABRAMPA, 2022, p. 15).

Uma das principais medidas a serem exigidas e implementadas em licenciamentos ambientais no Brasil, notadamente em casos de atividades com significativos impactos socioambientais, como os da mineração, é necessário que as emissões de GEE das atividades e empreendimentos que fazem uso de combustíveis fósseis sejam conhecidas e devidamente mensuradas (ABRAMPA, 2022, p. 7). Só assim será possível adotar medidas adequadas e proporcionais de mitigação e compensação dos impactos climáticos desses empreendimentos, bem como criar planos, programas e políticas alinhados com a realidade brasileira e a necessidade impostergável de redução das emissões de GEE (ABRAMPA, 2022, p. 7/8).

Conforme a Resolução nº 001/1986, do Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente), o artigo 6º, I, item “a”, prevê que o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) de atividades e projetos com significativos impactos, em seu diagnóstico de impactos, deverá considerar “o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o *clima*, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as *correntes atmosféricas*”, trazendo expressamente a variável do clima com um dos aspectos a serem abarcados pela Avaliação de Impactos Ambientais.

Na mesma Resolução, o mesmo artigo 6º, Inciso II, traz que o EIA deve prever a “análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), *diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes*; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais”. Logo, a base regulatória de Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil traz de modo claro o dever de que as questões climáticas sejam consideradas e devidamente analisadas e mitigadas em projetos ou atividades impactantes.

Não bastasse isso, em relação ao RIMA (Relatório de Impactos Ambientais), o artigo 9º da referida Resolução nº 001/1986 do Conama, no Inciso II, fixa que o Relatório deverá

conter “a descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, (...), *emissões*, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados”. O mesmo artigo, no Inciso VI, obriga que o empreendimento deva desenvolver as medidas mitigadoras que se vinculem aos impactos negativos mapeados, de forma que, se houver riscos e impactos climáticos, estes deverão estar inseridos nos programas e planos de controle e gestão das operações licenciadas.

Apesar destas previsões constitucionais e normativas já existentes, as atividades e empreendimentos dotados de significativos impactos socioambientais continuam sendo licenciados pelos órgãos públicos sem praticamente qualquer referência aos impactos e danos climáticos, o que contraria frontalmente os princípios do poluidor pagador, da precaução e da prevenção, assim como a legislação ambiental vigente (Gaio, 2021, p. 186).

Nesse sentido, face a empreendimentos e atividades com grandes impactos ao meio ambiente e ao clima, como assim o são os projetos minerários, não há como separar os riscos e impacto climáticos dos conceitos de “meio ambiente”, “impacto ambiental” e “poluição” (Moreira et al, 2021, p. 116), o que fundamenta a necessidade de avaliação ambiental da variável climática em operações minerárias.

Em nível internacional, dada a pressão para o cumprimento das obrigações de mitigação de emissões e de adaptação e redução de vulnerabilidade a extremos do clima previstas no Acordo de Paris de 2015, em diversos projetos e empreendimentos dotados de significativos impactos, como os de mineração, estão sendo exigidas medidas e políticas ligadas às chamadas variáveis climáticas, inclusive, sendo requeridas por Cortes e Tribunais pelo mundo, no que se tem identificado como Litigância Climática (Moreira; Garrido; Neves, 2022, p. 77/78).

Cabe destacar que em Minas Gerais, além de outros estados brasileiros¹, não há previsão normativa clara que indique a inserção da variável climática ou de impactos climáticos

¹ Distrito Federal, Acre, Alagoas, Amapá, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Roraima e Sergipe, segundo levantamento de Moreira et al (2021, p. 54).

de modo expreso nas avaliações de impacto ou em demais requisitos dos licenciamentos ambientais (Moreira et al, 2021).

No Brasil, há alguns exemplos de estados que publicaram normas específicas e que tratam da questão climática em licenciamentos ambientais de modo mais claro, como no Rio de Janeiro, com o Decreto estadual nº 41.318/2008 e Decreto estadual nº 43.216/2011, que estabelecem a incidência de detalhamento/controlado de emissões de GEE e impactos climáticos para determinados empreendimentos, como energia, processos industriais e resíduos. Outro exemplo é o estado do Paraná, pela Portaria do Instituto Água e Terra (IAT) nº 42/2022, pela qual se incluiu o Diagnóstico Climático em Estudos de Impacto Ambiental (EIA), no âmbito do licenciamento ambiental de atividades impactantes. Conforme a referida Portaria, o objetivo do Diagnóstico Climático é o de *“estabelecer critérios mensuráveis, verificáveis e passíveis de serem informados acerca dos potenciais impactos climáticos da atividade em licenciamento”*, de modo a permitir a *“avaliação da sua viabilidade, de eventuais alternativas tecnológicas e locacionais, bem como a avaliação e monitoramento das medidas de mitigação e compensação e dos programas ambientais propostos e implementados”*.

Essas iniciativas afirmaram a importância que os processos de licenciamento, em especial os estudos e avaliações de impactos, representam para que a pauta das mudanças climáticas seja considerada efetivamente na avaliação, controle, monitoramento e acompanhamento de atividades licenciadas, principalmente naquelas com grandes impactos como mineração.

A melhor maneira de garantir que o processo de licenciamento efetivamente garanta que as externalidades climáticas das atividades e empreendimentos sejam adequadamente tratadas é a partir da avaliação dos impactos climáticos, que devem ser considerados para fins de fixação de medidas de mitigação e compensação, bem como para a análise de alternativas locacionais e tecnológicas (Gaio; Rosner; Ferreira, 2023, p. 607).

Com efeito, para a avaliação integral dos impactos climáticos, não basta analisar as emissões diretas de GEE, mas é preciso que haja a avaliação da totalidade fontes de gases de efeito estufa nas operações e atividades, considerados todos os escopos de emissões de um empreendimento, assim como também devem ser analisados os impactos aos

serviços ecossistêmicos que potencializam os efeitos das mudanças climáticas em âmbito local/regional (Gaio; Rosner; Ferreira, 2023, p. 610).

E as questões climáticas cada vez mais devem ser consideradas e avaliadas sistematicamente no setor de mineração. Pesquisas focadas na Amazônia oriental projetaram um aumento nos extremos climáticos, como chuvas intensas, que representam riscos para a cadeia de produção mineral (Costa, Ferreira & Carneiro, 2021). A bacia do rio Itacaiúnas, por exemplo, uma área crítica para a mineração, tem enfrentado desmatamento significativo, exacerbando os impactos das mudanças climáticas nos processos hidrológicos. Projeções futuras indicam uma diminuição na precipitação e um aumento na temperatura, o que pode afetar a disponibilidade de água e aumentar eventos de fluxo intenso, desafiando a sustentabilidade das operações de mineração (Pontes et al., 2022). A Amazônia também tem sido o centro de debates sobre mineração em terras indígenas. A potencial liberação das atividades de mineração nessas áreas levantou preocupações sobre os impactos na biodiversidade, nas populações humanas e no sistema climático global. As terras indígenas desempenham um papel crucial na proteção contra ameaças ambientais, e políticas sustentáveis são essenciais para proteger essas áreas dos efeitos adversos da mineração (Diele-Viegas, Pereira & Rocha, 2020).

A integração da análise e gestão de riscos climáticos, físicos ou de transição, nos processos de licenciamento ambiental de mineração é crucial para a sustentabilidade das operações de mineração, particularmente em regiões vulneráveis às mudanças climáticas. A experiência brasileira destaca a necessidade de processos administrativos de licenciamento ambiental robustos, por meio de avaliações precisas de risco climático e de políticas sustentáveis para mitigar os impactos sobre o meio ambiente, o clima, as comunidades locais e a própria operação.

Pesquisas futuras devem se concentrar em melhorar a confiabilidade das avaliações de impacto ambiental e no desenvolvimento de estratégias de gestão e controle de adaptação para garantir a resiliência do setor de mineração diante das mudanças climáticas; esta área ainda não foi suficientemente aprofundada, especialmente quando se trata de países em desenvolvimento (Odell, Bebbington & Frey, 2018).

Metodologia

O artigo se baseou primariamente em uma breve revisão de literatura da análise de risco climático em projetos de licenciamento, com olhar específico na mineração, e escolheu como estudo de caso, por sua relevância e características, o projeto da Sigma Lithium no Vale do Jequitinhonha, analisando documentos técnicos do processo de licenciamento feito na Secretaria de Meio Ambiente de Minas Gerais, o EIA/RIMA elaborado por empresas contratadas pela mineradora e matérias jornalísticas recentes sobre o empreendimento.

Estudo de caso

Sigma Lithium no Vale do Jequitinhonha: análise do licenciamento, questões técnicas e socioambientais

Parecer da Superintendência de Projetos Prioritários da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD, 2023), obtido pela pesquisa a partir dos arquivos públicos da 98ª Reunião Ordinária da Câmara de Atividades Minerárias (CMI) do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), analisa o empreendimento da Sigma Lithium em Araçuaí e Itinga no Vale do Jequitinhonha. O Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) apresentados pela Sigma, analisados nesse artigo, foram aprovados pela Superintendência de Projetos Prioritários (SUPRRI), que concedeu de forma concomitante as licenças ambientais prévia e de instalação do projeto.

O projeto Grota do Cirilo da Sigma está localizado nos municípios de Araçuaí e Itinga, estado de Minas Gerais, abrangendo uma área total de 18.887 hectares, compreendendo 28 títulos minerários, incluindo 7 concessões de mina, 3 autorizações de pesquisa e 4 requerimentos de lavra, o Projeto total abarca 5 cavas com histórico de produção de Lítio (espodumênio) denominados Xuxa, Barreiro, Lavra do Meio, Murial e Maxixe.

O parecer analisado subsidiou a decisão da Câmara de Atividades Minerárias (CMI), que decidiu pela aprovação de lavra a céu aberto de lítio com produção bruta de 1.500.000 toneladas por ano, de potencial poluidor/degradador médio e porte grande e de pilhas de rejeito/estéril com o mesmo porte e potencial poluidor. O projeto Grota do Cirilo recebeu autorização para suprimir 28 hectares de vegetação nativa de Mata Atlântica e propôs, em

contrapartida, a regularização fundiária e doação ao poder público de 58,2 ha, dentro dos limites da Reserva Biológica Mata Escura, localizado no município de Jequitinhonha (MG), o que foi aprovado.

A Sigma Lithium tem autorização para captar 150 metros cúbicos de água por hora do Rio Jequitinhonha, em outorga concedida pela Agência Nacional de Águas (ANA). A promessa é de que os efluentes líquidos industriais serão totalmente reaproveitados e não despejados nos cursos d'água, os efluentes sanitários despejados em sistema de fossa com filtro e os efluentes líquidos oleosos em CAIXA SAO, tratado no local.

Chama a atenção o fato de que os técnicos da SEMAD e SUPPRI alegam a ocorrência de erro durante o processo de licenciamento, sempre efetuado de modo fragmentado, como é o caso da mineração, e que a autorização concedida inicialmente em termos de produção total por ano era 6 vezes menor que o necessário pela empresa, mas que, no fim, os técnicos do governo aprovaram o valor maior de 1.740.000 toneladas/ano (SEMAD, 2023, p. 6).

O escoamento da produção se dá por caminhões rodo-trem com capacidade de 74 toneladas, cerca de 13 por dia, em direção a Ilhéus na Bahia ou Vitória no Espírito Santo, com impacto considerado dentro do gerenciamento de riscos com plano de controle de tráfego. A lavra a céu aberto da Sigma inclui o uso de explosivos e a implantação de 5 pilhas de estéril. Onde está inserida cada pilha "a superfície de solo conformada deve ter inclinações para que a água da chuva seja preferencialmente conduzida por gravidade para fora da pilha, onde será captada por calhas e/ou outros dispositivos de drenagem", afirma o licenciamento.

O termo de ampliação de parte do projeto (SEMAD, 2024) dá mais detalhes sobre os resíduos sólidos e a geração de rejeitos que são acumulados nas pilhas. Estima-se um teor de 65% de rejeito para a produção total de lítio, com parte dos rejeitos doados para a prefeitura para realizar o calçamento de vias com o "cascalho" - rejeitos do lítio. A produção anual de rejeitos, com a ampliação, atingirá 3.380.000 toneladas por ano de rejeito (SEMAD, 2024, p. 24).

Uma das questões mais importantes a ser analisada é o uso de recursos hídricos, considerando sua relevância nos impactos climáticos e socioambientais, especialmente em uma região que historicamente sofre com ciclos de escassez hídrica como o Jequitinhonha. A outorga concedida pela ANA à Sigma Lithium tem validade de 10 anos e permite o bombeamento durante 24 horas por dia, exceto por um dia de cada mês para manutenção dos equipamentos. No total, a Sigma pode utilizar 3.600 metros cúbicos de água por dia ou 3.600.000 litros de água por dia. Um sistema de recirculação de água com reuso de 95% foi implantado, com vazão estimada de 30m³/h. Na etapa de operação, afirmam, o projeto estará sujeito à "potencial ocorrência de assoreamento de curso d'água, especialmente nas áreas das pilhas de rejeito, vias e cava" (SEMAD, 2023, p. 34).

O processo de licenciamento afirma que não há impactos previstos em cavidades naturais (cavernas) tanto na Área Diretamente Afetada (ADA) quanto na Área de Entorno (AE), assim como o empreendimento não interfere em Unidades de Conservação (UCs) de qualquer nível de proteção ou em zona de amortecimento. O impacto na fauna também seria "relativamente baixo", sem afetar espécies endêmicas e especialistas, por se tratar de área já altamente antropizada, e a área está totalmente localizada dentro da Mata Atlântica.

Das 18 condicionantes exigidas para o empreendimento, 13 foram cumpridas e outras 5 estavam em cumprimento (SEMAD, 2023, p.15 e 16). Sobre emissões atmosféricas, a SEMAD exigiu o monitoramento da qualidade do ar em 4 pontos localizados em comunidades adjacentes ao empreendimento e que as análises preliminares, realizadas em janeiro de 2022, sobre amostras de Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (PM10 e PM2,5) Dióxido de Enxofre no Ar Ambiente, Dióxido de Nitrogênio na Atmosfera, Ozônio, todas estavam abaixo do nível máximo exigido pela legislação, cabendo notar, porém, que essa medição foi feita antes do empreendimento começar a operar. As análises deverão ser feitas durante toda a vigência da licença, atualmente de 10 anos. O nível de ruídos e vibrações, em análise prévia, também estava dentro dos limites, novamente antes da operação em vigor, e está sendo monitorada mensalmente, com relatórios anuais.

Sobre processos erosivos, o licenciamento afirma que durante a fase de operação do empreendimento "poderá ocorrer a indução e a intensificação de processos erosivos e

movimentos de massa nas áreas que foram alteradas" em toda a área e no entorno, que as atividades de supressão de vegetação, desmonte de rochas e revolvimento do solo ocorrerão durante todo o empreendimento, que a escavação da área pode provocar processos erosivos, arrastando partículas das áreas para os córregos a jusante, o que deveria ser amenizado pelas estruturas de contenção.

Falando sobre impactos em termos de aumento da pressão antrópica sobre os recursos naturais e os impactos cumulativos, a análise afirma que:

A invasão de regiões próximas às áreas de preservação e de reservas, advinda da pressão antrópica sobre os recursos naturais da região, em decorrência da instalação e operação do empreendimento, tem potencial para resultar na redução da diversidade de ecossistemas, e de espécies, devido ao aumento da atividade cinegética, propagação de espécies exóticas, da proliferação de zoonoses e dos casos de acidentes com animais peçonhentos. As estradas existentes na região promovem a compactação do solo e do processo erosivo. Além disso, são portas de acesso para a ocorrência de outros processos impactantes, como fogo, resíduos sólidos e extrativismo (SEMAD, 2023, p. 36).

Sobre os transtornos gerados à população, o estudo reconhece que "as alterações físicas sobre a qualidade ambiental do ar, da água e do solo, decorrentes da emissão de efluentes líquidos e sanitários, geração de resíduos sólidos, emissão de ruídos, emissão de efluentes atmosféricos, suspensão e dispersão de material particulado também podem gerar incômodos e transtornos à população" (SEMAD, 2023, p. 38) e que o novo fluxo de trabalhadores e imigrantes de fora da região de Itinga e Araçuaí "pode comprometer a capacidade das infraestruturas urbanas e serviços públicos, sobretudo em relação aos sistemas de educação, saúde, segurança e saneamento básico, dentre outros".

A análise do projeto também prevê o monitoramento das cidades de acordo com vários parâmetros nos eixos de Saúde, Infraestrutura, Violência, Mercado de Trabalho, Sistema Viário, Serviços/Turismo, Mercado Imobiliário, Arrecadação Fiscal, Comércio e Educação. No caso do monitoramento das comunidades, os parâmetros analisados são Condições de Moradia, Caracterização dos moradores, Qualidade de vida da população, Violência, Mercado de Trabalho, Sistema Viário, Atividades econômicas na propriedade, Lazer e recreação e Relações Sociais (SEMAD, 2024, p. 33 e 34).

Tratando-se especificamente das questões climáticas, segundo informação descrita diretamente do RIMA do projeto, afirmou-se que "não são esperados impactos

significativos dentro da esfera climática”, a despeito de toda a sabida pegada de carbono que atividades minerárias possuem, ainda que sob medidas de mitigação e controle.

Nesse sentido, fundamental deve ser a atuação da fiscalização dos órgãos ambientais estaduais acerca da implementação e eficácia do “Programa de Controle e Monitoramento das Emissões Atmosféricas” (Sigma 2024, p. 76), indicado pelo empreendimento e que está previsto como aplicável nas fases de implantação, operação e fechamento das operações da Sigma.

No entanto, como se pode constatar, apesar do referido programa para controle de emissões poluentes, não se encontrou quaisquer medidas ou planos expressos para a redução e mitigação da geração de emissões de gases de efeito estufa, tampouco de compensação dessas emissões de GEE. Ainda que não haja uma norma no estado de Minas Gerais prevendo esta obrigatoriedade, não se pode olvidar a importância de que empreendimentos minerários mitiguem as suas emissões em todas as fases das operações e atividades.

Ademais, segundo destacado no RIMA, “as principais fontes de emissões atualmente presentes na área da SIGMA são relacionadas as atividades de extração nas cavas norte e sul, e também na área de beneficiamento do minério” (Sigma, 2024, p. 19). Além disso, segundo a Sigma, “já existem emissões relacionadas em vias não pavimentadas, britagem, peneiramento e transporte por correias transportadoras” (Sigma 2024, p. 19), porém, nenhuma meta ou plano de redução dessas emissões de GEE foram informadas ou previstas pelo empreendimento.

Da mesma forma, o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) publicado pela Sigma, em relação ao referido Programa de Monitoramento de Emissões, apenas destacou que implementará “controle das emissões de material particulado” (Sigma 2021, p. 529) e que as emissões dos “poluentes atmosféricos e do nível de ruídos, os veículos e equipamentos utilizados na mina deverão ser vistoriados e regulados de acordo com os padrões de manutenção especificados pelo fabricante” (Sigma 2021, p. 529), não havendo quaisquer indicações de medidas de redução de tais emissões, tampouco de compensação, sequer a publicação de inventário de GEE foi mencionada pela empresa. Cabe mencionar que a ferramenta do Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) é mecanismo crucial para toda e qualquer atividade econômica, projeto ou empreendimento que cause potenciais ou

concretos impactos ambientais e climáticos, inclusive contando com o Programa Brasileiro GHG Protocol, criado em 2008, e que permite a contabilização das emissões poluentes e o controle sistemático da redução de emissões em diferentes tipos de fontes nos processos produtivos.

Ainda neste aspecto de emissões poluentes, é preciso enfatizar que o mesmo RIMA publicado pela Sigma, na listagem dos impactos de significância de nível máximo ou “muito alto” está a “alteração da qualidade do ar” (Sigma, 2024, p. 72). Entretanto, este mesmo impacto de altíssima significância, conforme a própria empresa, restou desacompanhado de medidas mais avançadas ou específicas para redução e mitigação de gases de efeito estufa, indo de encontro com as melhores práticas de gestão de riscos climáticos.

Para além das questões de emissões de GEE, tampouco se identificou planos ou iniciativas da Sigma acerca de medidas de adaptação climática, que tenham como objetivo a redução da vulnerabilidade das atividades, operações e região e área direta ou indiretamente afetadas por extremos do clima.

Apesar de todas estas perspectivas delineadas até aqui, a equipe da SUPPRI concluiu por deferir a licença ambiental da fase de operação do Projeto Grota do Cirilo - Pegmatito Xuxa Cava Sul, advertindo a Sigma de que o não cumprimento das condicionantes previstas, assim como qualquer alteração ou ampliação sem a prévia comunicação à SUPPRI é passível das sanções previstas, sendo necessário comprovar a eficiência das medidas de mitigação adotadas (SEMAD, 2023, p. 47).

Concentrando 85% das reservas brasileiras conhecidas de lítio no momento e toda a produção nacional, o Vale do Jequitinhonha foi “rebatizado” por governos e empresas para passar a ser denominado “Vale do Lítio”, o que acontece sob protestos e críticas dos moradores locais. Promessas de desenvolvimento e propaganda sustentável, muito presente nos discursos dos governantes e dos executivos da Sigma, são contestadas por moradores, lideranças e pesquisadores (Observatório da Mineração, 2024a).

Segundo entrevista concedida ao Observatório da Mineração, Cleonice Pankararu destacou que “o governador está chamando de Vale do Lítio, sendo que aqui é Vale do

Jequitinhonha. Um Vale que tem identidade, que tem povos. Não é simplesmente um espaço de exploração”. Cleonice é uma das lideranças da terra indígena Aldeia Cinta Vermelha-Jundiba, formada pelos Pankararu e Pataxó, e localizada às margens do Rio Jequitinhonha, em Araçuaí, Minas Gerais (Observatório da Mineração, 2024a).

A liderança indígena relata uma série de impactos, como a alta inflação na cidade gerada pela chegada de muitos trabalhadores de fora com altos salários, impedindo por exemplo que estudantes conseguissem manter os aluguéis de casas nas cidades, que foram reajustados significativamente, a superlotação de hospitais, a poluição do ar, e o aumento da violência, especialmente contra as mulheres. Rodrigo Pires Vieira, um dos coordenadores da Cáritas em Minas Gerais, ONG que atua no território, confirmou as denúncias de Pankararu e questionou o alto consumo de água autorizado para a Sigma em uma região que historicamente sofre com escassez hídrica, indagando que, diante desse cenário, "que transição energética e energia limpa é essa?" (Observatório da Mineração, 2024a).

O entusiasmo do poder público com o projeto da Sigma e de todas as outras mineradoras multinacionais que têm sido atraídas para o Jequitinhonha se manifestam, por exemplo, em um empréstimo de R\$ 487 milhões concedido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para a Sigma recentemente. O empréstimo nesse montante só foi possível porque o teto de empréstimos autorizados no Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, conhecido como Fundo Clima, foi alterado em abril e em setembro de 2024, passando de R\$ 80 milhões para R\$ 500 milhões a cada 12 meses (Observatório da Mineração, 2024b).

Diferente da propaganda da empresa, os impactos de explosões, produção de rejeitos e uso da água são relatados pela já mencionada liderança Cleonice Pankararu, assim como confirmados pelos documentos do licenciamento do projeto. Para a pós-doutoranda do IEA-USP, Elaine Santos, que estuda o mercado global de lítio, “esse projeto mostra a força desta estratégia de marketing e legitima um modelo de minerar, que é o que a Sigma está impondo com estas práticas” (Observatório da Mineração, 2024b).

Importante notar ainda que em 2023, Araçuaí foi o município mais quente do Brasil, com 44,8° graus Celsius, segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres

Naturais (Cemaden). O Vale do Jequitinhonha concentrou 18 das 20 cidades do país que mais aqueceram em 2023 (O Globo, 2024). Araçuaí e o Jequitinhonha em geral aparecem no topo do ranking de regiões que mais aqueceram mesmo em um ano com recorde de calor. 2023 foi o ano mais quente desde que os registros globais começaram em 1850, com 1,18°C acima da média do século XX estabelecida em 13,9°C. Este valor é 0,15°C superior ao recorde anterior estabelecido em 2016. Somente entre agosto e novembro de 2023 ocorreram seis ondas de calor no Brasil (Cemaden, 2024).

Conclusão

A análise aponta que a integração da análise de risco e impactos climáticos nos processos de licenciamento de projetos minerários ainda é incipiente, mesmo com a literatura científica sobre as mudanças climáticas já em estágio bastante avançado, conforme as publicações do IPCC demonstram, e o fato de que o nível de emissões poluentes e de eventos extremos têm se acumulado em velocidade ainda mais rápida do que previa a ciência. O ano de 2024 apresenta mais um capítulo nas evidências: seca recorde na Amazônia, enchentes recorde no Rio Grande do Sul, ondas de calor frequentes e acima da média em todo o Brasil.

O setor mineral apenas começa a integrar uma análise e gestão de riscos e impactos climáticos à realidade das suas operações, assim como o poder público, responsável por regular, normatizar e fiscalizar as atividades minerárias também está atrasado em incorporar questões climáticas no processo de licenciamento, como por exemplo os riscos elevados que os eventos de precipitação acima da média representam para barragens e pilhas de estéril.

A redução significativa das emissões da cadeia minero-siderúrgica também é um desafio reconhecido pelo próprio setor, conhecido como "hard to abate", ou seja, demanda um esforço conjunto de tecnologias, gestão, vontade política e econômica para integrar as ambiciosas metas de redução de CO₂ assumidas por países como o Brasil, e em parte por algumas grandes empresas do setor, com a realidade.

No caso analisado, da Sigma Lithium, tanto o EIA/RIMA como o licenciamento falham em considerar questões climáticas de forma ampla com a complexidade e as precauções devidas, especialmente em uma região que sofre historicamente com forte escassez hídrica e que foi a região que registrou os mais altos índices de aquecimento no Brasil em 2023.

Considerar o melhor da literatura científica e da análise empírica de riscos e impactos climáticos com a expansão dos minerais para a transição energética, caso do lítio, é uma necessidade urgente para que a indústria não agrave os impactos de ordem climática, mas que consiga contribuir razoavelmente com uma transição justa, de modo a integrar a pauta das mudanças do clima de modo efetivo no âmbito das operações de mineração.

Referências

Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público de Meio Ambiente (ABRAMPA). Avaliação de Impactos Climáticos em empreendimentos de energia fóssil: Estratégias jurídicas para o licenciamento ambiental. Belo Horizonte, ABRAMPA, 2023. Disponível em: <https://abrampa.org.br/wp-content/uploads/2023/09/Avaliacao-de-impactos-climaticos-em-empreendimentos-de-energia-fossil-estrategias-juridicas-para-o-licenciamento-ambiental.pdf>

Cemaden, 2024. O ano de 2023 foi marcado por temperaturas e secas extremas, aponta estudo do Cemaden. Disponível em <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/o-ano-de-2023-foi-marcado-por-temperaturas-e-secas-extremas-aponta-estudo-do-cemaden-1>

Costa, C., Ferreira, D., & Carneiro, N. (2021). Climate Extremes along the Mining Chain over the Eastern Amazon: Projections to 2050. *Applied Geographical*, 11, 125-147. <https://doi.org/10.4236/ACS.2021.111009>.

Del Rio, J.I.; Fernandez, P.; Castillo, E.; Orellana, L.F. Assessing Climate Change Risk in the Mining Industry: A Case Study in the Copper Industry in the Antofagasta Region,

Chile. *Commodities* 2023, 2, 246–260. <https://doi.org/10.3390/commodities2030015>

Diele-Viegas, L., Pereira, E., & Rocha, C. (2020). The new Brazilian gold rush: Is Amazonia at risk?. *Forest Policy and Economics*, 119, 102270. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102270>.

Gaio, A. O licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos sujeitos à realização de EIA/RIMA como instrumento de controle de impactos e danos climáticos. In: Gaio, A. (org). *A Política Nacional de Mudanças Climáticas em Ação: a atuação do Ministério Público*. Belo Horizonte: ABRAMPA, 2021.

Gaio, A.; Rosner, R. F.; Ferreira, V. M. O licenciamento ambiental como instrumento da política climática. *Rev. Direito e Práxis*, Rio de Janeiro, Vol. 14, N. 01, 2023, p. 594-620. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdp/a/vwftczDQHZ8tgzNJGWGGXXw/>

González, F., Raval, S., Taplin, R., Timms, W., & Hitch, M. (2018). Evaluation of Impact of Potential Extreme Rainfall Events on Mining in Peru. *Natural Resources Research*, 28, 393-408. <https://doi.org/10.1007/s11053-018-9396-1>.

Monteiro, N., & Silva, E. (2018). Environmental licensing in Brazilian's crushed stone industries. *Environmental Impact Assessment Review*. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2018.04.003>.

Moreira, D. A., et al. *Litigância climática no Brasil [recurso eletrônico]: argumentos jurídicos para a inserção da variável climática no licenciamento ambiental / Danielle de Andrade Moreira, coordenação.* – Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2021.

Moreira, D. A.; Garrido, C. F.; Neves, M. E. S. Litigância climática e licenciamento ambiental: consideração da variável climática à luz dos tratados internacionais sobre o clima. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 19, n. 1, p. 61-79, 2022. Disponível em:

https://bdjur.stj.jus.br/jspui/bitstream/2011/164383/litigancia_climatica_licenciamento_moreira.pdf

Milanez, B. Crise climática, extração de minerais críticos e seus efeitos para o Brasil.

Outubro. Diálogo dos Povos, 2021. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2021-Crise-clim%C3%A1tica-extra%C3%A7%C3%A3o-de-minerais-cr%C3%ADticos.pdf>

O Globo, 2024. 'Até pneu cheira a queimado': como é viver no Vale do Jequitinhonha, região do Brasil que mais aqueceu em 2023. Disponível em <https://oglobo.globo.com/brasil/meio-ambiente/noticia/2024/02/27/ate-pneu-cheira-a-queimado-como-e-viver-no-vale-do-jequitinhonha-regiao-do-brasil-que-mais-aqueceu-em-2023.ghtml>

Observatório da Mineração, 2024a. Boom do lítio no Jequitinhonha restringe acesso à saúde e aumenta o custo de vida para a comunidade local. Disponível em <https://observatoriodamineracao.com.br/boom-do-litio-no-jequitinhonha-restringe-acesso-a-saude-e-aumenta-o-custo-de-vida-para-a-comunidade-local/>

Observatório da Mineração, 2024b. Alteração na verba limite do Fundo Clima permite empréstimo de meio bilhão do BNDES para a Sigma Lithium. Disponível em <https://observatoriodamineracao.com.br/alteracao-na-verba-limite-do-fundo-clima-permite-emprestimo-de-meio-bilhao-do-bndes-para-a-sigma-lithium/>

Pontes, P., Cavalcante, R., Giannini, T., Costa, C., Tedeschi, R., Melo, A., & Xavier, A. (2022). Effects of Climate Change on Hydrology in the Most Relevant Mining Basin in the Eastern Legal Amazon. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w14091416>.

Pérez, G., Pagliero, L., McIntyre, N., Aitken, D., & Rivera, D. (2021). Evaluation of climate change risks faced by the mining industry in Chile: spatiotemporal analysis of extreme precipitation for 2035-2065. . <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-10500>.

SEMAD, 2023. Parecer nº 11/SEMAD/SUPPRI/DAT/2023 disponível em https://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/COPAM/Reuni%C3%B5es_remotas_/98%C2%BA%20RO%20CMI/11.1%20PU%20Sigma%20cava%20sul.pdf . Pauta da Reunião em <https://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/5551> .

SEMAD, 2024. Parecer nº 6/FEAM/GST/2024, disponível em

https://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/COPAM/Reuni%C3%B5es_remotas_/107%C2%BA_RO_CMI/11.2_PU_1267-2023_-_Sigma_UTM_Amplia%C3%A7%C3%A3o.pdf.

Scott D. Odell, Anthony Bebbington, Karen E. Frey, Mining and climate change: A review and framework for analysis, *The Extractive Industries and Society*, Volume 5, Issue 1, 2018, Pages 201-214, ISSN 2214-790X, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.12.004>.

Sigma Mineração S.A. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Projeto Grota do Cirilo – Pegmatito Xuxa Cava Sul. Abril, 2021. Disponível em: <https://sigmalithiumresources.com/wp-content/uploads/2023/05/2104-EIA.pdf>

Sigma Mineração S.A. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Ampliação do Projeto Grota do Cirilo - Pegmatito Xuxa, Araçuaí e Itinga – MG. Julho, 2024. Disponível em: <https://sigmalithiumresources.com/wp-content/uploads/2024/09/RIMA-RELATORIO-DE-IMPACTO-AMBIENTAL.pdf>

United Nations Environment Programme (2024). *Climate Risks in the Metals and Mining Sector*. Geneva.