



Mineração, Desastres Ambientais e Responsabilidade Civil

risco, reparação integral e governança socioambiental



ALAN PIERRE CHAVES ROCHA

E-book

MINERAÇÃO, DESASTRES AMBIENTAIS E RESPONSABILIDADE CIVIL

risco, reparação integral e governança socioambiental
1ª Edição



AUTOR
Alan Pierre Chaves Rocha

DOI: 10.47538/AC-2026.60



Ano 2026

E-book

MINERAÇÃO, DESASTRES AMBIENTAIS E RESPONSABILIDADE CIVIL

risco, reparação integral e governança socioambiental
1ª Edição

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

R67m

Rocha, Alan Pierre Chaves

Mineração, desastres ambientais e responsabilidade civil [recurso eletrônico] :
risco, reparação integral e governança socioambiental / Alan Pierre Chaves Rocha. - 1.
ed. - Natal [RN] : Amplamente, 2026.
recurso digital

Formato: ebook

Modo de acesso: world wide web

Inclui bibliografia

DOI 10.47538/AC-2026.60

ISBN 978-65-5321-139-1 (recurso eletrônico)

1. Direito ambiental - Brasil. 2. Desastres ambientais - Aspectos jurídicos - Brasil.
3. Responsabilidade por danos ambientais - Brasil. 4. Livros eletrônicos. I. Título.

26-106365.0

CDU: 349.6(81)



Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

Editora Amplamente
Empresarial Amplamente Ltda.
CNPJ: 35.719.570/0001-10
E-mail:
publicacoes@editoraamplamente.com.br
www.editoraamplamente.com
Telefone: (84) 999707-2900
Caixa Postal: 3402
CEP: 59082-971
Natal- Rio Grande do Norte – Brasil
Copyright do Texto © 2026 Os autores
Copyright da Edição © 2026 Editora
Amplamente
Declaração dos autores/ Declaração da
Editora: disponível em:
[https://www.amplamentecursos.com/politicas-
editoriais](https://www.amplamentecursos.com/politicas-editoriais)

Editora-Chefe: Dayana Lúcia Rodrigues de
Freitas
Assistentes Editoriais: Caroline Rodrigues de F.
Fernandes; Margarete Freitas Baptista
Projeto Gráfico, Edição de Arte e
Diagramação: Luciano Luan Gomes Paiva;
Caroline Rodrigues de F. Fernandes
Capa: Canva®/Freepik®

Parecer e Revisão por pares: Revisores
CONSULTORIA TÉCNICA E REVISÃO
CRÍTICA: Rita de Cássia Soares Duque

Creative Commons. Atribuição-
NãoComercial-SemDerivações 4.0
Internacional (CC-BY-NC-ND).



Ano 2026

SUMÁRIO

SOBRE O AUTOR.....	5
AGRADECIMENTOS.....	8
APRESENTAÇÃO.....	10
INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO I.....	17
A mineração como atividade de risco e seus impactos socioambientais	
CAPÍTULO II.....	44
Dano ambiental minerário e responsabilidade civil no ordenamento jurídico brasileiro	
CAPÍTULO III.....	75
Desastres ambientais minerários e o dever de reparação integral	
CAPÍTULO IV.....	97
Tutela coletiva, Ministério Público e responsabilização das mineradoras	
CAPÍTULO V.....	118
Prevenção, governança socioambiental e gestão jurídica do risco minerário	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
REFERÊNCIAS.....	141



Ano 2026

SOBRE O AUTOR

Alan Pierre Chaves Rocha é Promotor de Justiça do Ministério Público do Estado do Pará desde 2009 e pesquisador dedicado à tutela dos direitos coletivos, à responsabilidade civil ambiental e aos desafios jurídicos associados à mineração. Sua trajetória articula atuação institucional, produção acadêmica e experiência em temas de elevada relevância pública, especialmente no contexto amazônico.

Doutor em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) instituição na qual também desenvolveu sua pesquisa de mestrado sobre desastres ambientais e a responsabilidade civil e ambiental pelos danos advindos da mineração, possui graduação em Direito pelo Centro Universitário do Maranhão (UNICEUMA). Sua pesquisa em nível de doutorado, também pela PUC-SP, foi voltada para compliance e ESG nos contratos internacionais de minério de ferro da Amazônia. Com isso, sua formação concentra-se na efetividade do Direito, na tutela de bens coletivos e nas respostas jurídicas exigidas por atividades econômicas de elevado potencial lesivo. É Promotor de Justiça do Ministério Público do Estado do Pará desde 2009, atuando atualmente na Promotoria de Justiça de Combate à Improbidade Administrativa.

Como membro do Ministério Público paraense, atua na defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis. Sua experiência profissional abrange a condução de procedimentos investigatórios, inquéritos civis, ações judiciais, termos de ajustamento de conduta e medidas

voltadas à proteção ambiental, à moralidade administrativa e à responsabilização por danos coletivos.

Sua atuação passou por municípios paraenses marcados por conflitos socioambientais e pressões intensas sobre recursos naturais, como Itaituba, Santarém, São Félix do Xingu, Tucumã, Marabá e Parauapebas. Essa vivência institucional aproxima sua reflexão jurídica de problemas concretos relacionados ao desmatamento, à extração ilegal de minério, à proteção de populações vulneráveis, ao patrimônio público e à efetividade da tutela coletiva.

Atualmente, sua atuação na Promotoria de Combate à Improbidade de Parauapebas situa-se em região estratégica para o setor mineral brasileiro, associada à Serra dos Carajás e à exploração de minério de ferro. Nesse campo, sua atividade envolve a fiscalização da adequada destinação de recursos oriundos da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, CFEM, com possibilidade de requisitar informações, instaurar procedimentos, emitir recomendações, firmar termos de ajustamento de conduta e adotar medidas judiciais pertinentes.

Sua dissertação de mestrado, intitulada *O risco advindo da atividade mineradora e a efetiva reparação dos danos ambientais: o regime jurídico da responsabilidade civil e ambiental em caso de desastres ambientais*, constitui uma das bases teóricas desta obra. A pesquisa reflete sua dedicação ao estudo dos riscos minerários, da responsabilidade civil ambiental e dos limites das respostas jurídicas diante de desastres de grande impacto.

Além da pesquisa desenvolvida na pós-graduação, Alan Pierre Chaves Rocha possui produção acadêmica voltada a temas como direitos socioambientais difusos e coletivos, tecnologias

aplicadas à defesa desses direitos, transparência na arrecadação da CFEM, mineração em terras indígenas, proteção constitucional de territórios tradicionalmente ocupados e improbidade administrativa. Sua participação no CONPEDI reforça a inserção de sua produção intelectual em debates relevantes para o Direito Público contemporâneo.

Ao examinar a responsabilidade civil das mineradoras, o autor contribui para uma discussão de relevância nacional, situada em diálogo com preocupações globais sobre risco ambiental, governança socioambiental, transparência, reparação de danos coletivos e controle jurídico de atividades extrativas. Sua produção acadêmica e sua atuação institucional convergem para um campo jurídico de crescente importância pública, especialmente em países marcados por exploração mineral de grande impacto.

Nesta obra, experiência profissional e formação acadêmica unem-se em uma leitura crítica da mineração, dos desastres ambientais e da responsabilidade civil das empresas do setor. O texto trata a responsabilidade das mineradoras com autoridade técnica, maturidade institucional e atenção aos impactos humanos, ambientais e territoriais produzidos pela atividade minerária.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste livro é o reflexo do apoio, do amor e da paciência de pessoas extraordinárias que caminharam ao meu lado. A elas, dedico minha mais profunda gratidão.

À minha família, minha base de tudo.

Aos meus pais, Conceição de Maria Chaves Rocha e Antônio Martiniano Rocha, por serem o meu primeiro e mais sólido porto seguro. Vocês me ensinaram o valor do esforço, da dignidade e do conhecimento. Tudo o que sou devo a vocês.

À minha avó, Joana das Graças Chaves (*in memoriam*), cuja memória e doçura continuam a iluminar meus passos. Sua bênção permanece viva em cada linha que escrevo.

À minha esposa, Paula Gabriela Lima da Silva, pelo companheirismo incondicional, pelo amor pacientemente compartilhado e por segurar a minha mão nos momentos de exaustão e de renúncia que a escrita exige. Este livro também é seu.

Aos meus filhos, Alan Carlos Mauriz Rocha e Alana Maria Mauriz Rocha, que são a minha maior fonte de alegria e a razão pela qual busco construir um mundo melhor. Vocês são a minha inspiração diária.

Ao meio acadêmico. Ao Professor Gilson Delgado Miranda, orientador no Mestrado em Direitos Difusos e Coletivos da PUC/SP. Mais do que um mestre brilhante, sua condução precisa e sua paixão pelo Direito foram a verdadeira inspiração para o nascimento desta obra. Sou profundamente grato pela generosidade e pelo voto de confiança.

A todos que, direta ou indiretamente, torceram por mim e tornaram este sonho possível, o meu muito obrigado.

Alan Pierre Chaves Rocha

APRESENTAÇÃO

Existe um contrato silencioso entre a sociedade contemporânea e o subsolo que a sustenta. Vivemos cercados por metais, ligas e minerais que raramente reconhecemos como tais, nas estruturas urbanas, nos fios que conduzem energia, nos equipamentos de saúde e nos instrumentos que aproximam pessoas, mercados e territórios.

Esse contrato, porém, possui uma cláusula que a linguagem do desenvolvimento nem sempre nomeia. Alguém paga, em algum território, pelo que a modernidade consome sem perguntar de onde vem. É nesse ponto que a mineração deixa de ser apenas atividade produtiva e passa a convocar o Direito.

Este livro nasce da recusa em aceitar esse silêncio como definitivo. A extração mineral modifica paisagens, reorganiza economias locais e interfere na vida de comunidades inteiras. O Direito não pode limitar-se a registrar esses efeitos quando eles já se tornaram irreversíveis.

A riqueza que sai do subsolo carrega obrigações que a linguagem do progresso econômico tende a diluir. A mineração gera empregos, arrecadação e insumos essenciais, mas também riscos que exigem controle público, transparência e responsabilidade proporcional ao que está em jogo.

Os desastres ambientais associados ao setor mineral revelam, com especial gravidade, os limites de uma visão restrita à reparação posterior. Quando barragens se rompem, rios são contaminados, comunidades são deslocadas e ecossistemas são

degradados, o Direito é convocado a responder a perdas que ultrapassam o cálculo econômico imediato.

A responsabilidade civil, nesse campo, não pode ser compreendida como simples mecanismo de indenização. Sua função alcança a prevenção de danos, a imputação de deveres, a recomposição do equilíbrio ecológico, a proteção das populações atingidas e o controle das escolhas empresariais que antecedem o desastre.

Esta obra nasce da necessidade de examinar a mineração a partir dessa perspectiva mais exigente. O objetivo não é negar a relevância econômica da atividade mineral, mas afirmar que sua legitimidade depende da capacidade de respeitar limites jurídicos, ambientais e sociais compatíveis com o potencial lesivo que carrega.

Este livro percorre esse território a partir do Direito, do risco que precede o desastre à reparação que o sucede. A pergunta que orienta a reflexão permanece sensível em cada etapa: que responsabilidade cabe a quem lucra com a extração diante de quem sofre a perda?

O leitor encontrará uma reflexão jurídica comprometida com a superação de respostas fragmentadas. Desastres ambientais não podem ser tratados como episódios isolados, nem como fatalidades técnicas desvinculadas de decisões, controles, omissões e estruturas institucionais.

A mineração exige uma racionalidade jurídica capaz de enxergar o território antes da ruptura, a comunidade antes da indenização e o ambiente antes da perda irreversível. Essa mudança de perspectiva é indispensável para que a responsabilidade civil cumpra função compatível com a gravidade dos danos que busca enfrentar.

A obra convida a essa leitura crítica de um tema que atravessa empresas, Estado, instituições de controle e sociedade. A exploração mineral exige de todos os envolvidos deveres proporcionais ao risco que criam, administram ou toleram.

A contribuição deste livro está em afirmar que a exploração mineral somente se sustenta juridicamente quando subordinada ao interesse público socioambiental. Onde há risco de dano amplo, deve haver prevenção rigorosa, informação acessível, fiscalização efetiva, reparação integral e responsabilidade compatível com a dimensão do território afetado.

INTRODUÇÃO

A mineração raramente aparece ao leitor comum quando tudo funciona. Sua presença está diluída nas cidades, nas redes de energia, nos equipamentos de saúde, nos meios de transporte e nas tecnologias que sustentam a vida contemporânea. O setor mineral costuma tornar-se visível, com maior força, quando o território revela o custo de sua exploração.

É nesse contraste entre indispensabilidade econômica e risco socioambiental que se situa o problema jurídico enfrentado nesta obra. A questão não consiste em negar a mineração, mas em compreender quais deveres acompanham uma atividade capaz de sustentar cadeias produtivas inteiras e, ao mesmo tempo, produzir danos de larga escala.

O problema não está em negar a relevância econômica da mineração, mas em compreender os limites de sua legitimidade. A exploração mineral somente se compatibiliza com a ordem constitucional quando submetida a controles técnicos, ambientais, sociais e institucionais proporcionais ao risco que introduz no território.

A Constituição Federal reconhece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988). Esse comando geral projeta, no campo mineral, um regime de deveres específicos que acompanha a exploração do subsolo e limita sua legitimidade jurídica.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça essa racionalidade ao prever a obrigação do poluidor de indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade, independentemente da existência de culpa (Brasil, 1981). A responsabilidade civil ambiental, nesse cenário, deixa de ser resposta eventual e passa a integrar a própria disciplina jurídica da atividade econômica.

Em desastres ambientais minerários, a insuficiência de respostas meramente indenizatórias torna-se evidente. A recomposição do dano não se resume ao pagamento de valores ou à criação formal de programas reparatórios. Ela envolve restauração ecológica, proteção social, participação dos atingidos, controle público, fiscalização contínua e medidas capazes de impedir a repetição de falhas conhecidas.

Esta obra nasce de uma dissertação de mestrado dedicada ao exame da responsabilidade civil das mineradoras diante de desastres ambientais (Rocha, 2021). O livro conserva essa base teórica, mas a reorganiza e amplia em linguagem voltada à compreensão crítica do regime jurídico aplicável à atividade mineral.

O percurso adotado combina leitura doutrinária, análise normativa e exame documental de marcos institucionais relevantes. A investigação mobiliza legislação constitucional, normas ambientais e minerárias, jurisprudência, atos regulatórios, documentos institucionais e literatura especializada, sempre com atenção à forma como o Direito responde aos riscos, danos e deveres de recomposição ligados à mineração.

Essa opção metodológica permite tratar a responsabilidade civil das mineradoras não como fórmula abstrata, mas como regime aplicado a uma atividade de alto potencial lesivo. A análise considera

a complexidade técnica dos empreendimentos, a assimetria informacional entre empresas, Estado e comunidades, a vulnerabilidade dos territórios afetados e a necessidade de respostas jurídicas compatíveis com bens difusos.

A tese central desta obra sustenta que a responsabilidade civil das mineradoras deve ser compreendida como regime integrado. Risco, dano ambiental, imputação objetiva, reparação integral, tutela coletiva, prevenção, transparência e governança socioambiental não são temas isolados. Eles formam uma racionalidade jurídica voltada à proteção do meio ambiente e das populações expostas aos efeitos da atividade mineral.

A obra parte do reconhecimento de que a mineração é atividade indispensável e juridicamente sensível. Essa condição orienta a leitura do regime regulatório brasileiro e prepara a análise dos riscos que acompanham a exploração mineral.

O debate avança para a compreensão do dano ambiental minerário como lesão a bem jurídico coletivo. A partir dessa base, examinam-se os princípios ambientais aplicáveis à responsabilização, a responsabilidade objetiva, a teoria do risco integral, o nexo causal em contextos complexos e a reparação integral como resposta jurídica proporcional à extensão da degradação.

A análise dos grandes desastres ambientais permite observar os limites das respostas reparatórias formais. Mariana e Brumadinho aparecem como marcos de uma realidade que ultrapassa o evento isolado, revelando fragilidades de prevenção, fiscalização, gestão de rejeitos, participação social e recomposição de danos ecológicos, sociais e territoriais.

A tutela coletiva e a atuação institucional do Ministério Público são examinadas como instrumentos indispensáveis diante

de lesões difusas, grupos vulnerabilizados e obrigações reparatórias de longa duração. Inquérito civil, ação civil pública, compromissos de ajustamento e fiscalização das medidas assumidas ganham relevância quando a degradação atinge bens que pertencem à coletividade.

O fechamento desloca o olhar para prevenção, compliance ambiental, governança socioambiental, transparência, CFEM e gestão jurídica do risco minerário. A responsabilidade civil, nesse modelo, ultrapassa o momento posterior ao desastre. Ela também orienta deveres de organização, informação, controle, cautela e prestação de contas.

A proposta desta obra é oferecer uma leitura crítica e juridicamente consistente sobre a responsabilidade das mineradoras em desastres ambientais. Minerar envolve explorar riqueza pertencente à União, transformar territórios e expor comunidades a riscos técnicos relevantes. Por isso, a atividade somente se legitima quando submetida ao interesse público socioambiental.

O leitor encontrará, nas páginas seguintes, uma reflexão construída sobre a tensão entre desenvolvimento, risco e proteção coletiva. A mineração não é tratada como fatalidade econômica nem como atividade livre de limites. Ela é examinada como prática juridicamente exigente, cuja continuidade depende da capacidade de prevenir danos, reparar integralmente lesões e responder perante os territórios que suportam sua exploração.

CAPÍTULO I

A mineração como atividade de risco e seus impactos socioambientais

A exploração mineral ocupa posição singular na história econômica, tecnológica e institucional das sociedades contemporâneas. Os recursos minerais atravessam cadeias produtivas essenciais, sustentam infraestruturas urbanas, viabilizam sistemas energéticos, integram a indústria de transportes e participam da fabricação de equipamentos tecnológicos.

Essa centralidade, entretanto, não permite compreender o setor extrativo como atividade neutra. Quanto maior sua relevância econômica, maior se torna a exigência jurídica de organização técnica, disciplina regulatória e controle público diante dos impactos que podem decorrer de sua execução.

A atividade minerária insere-se em uma zona permanente de tensão entre aproveitamento econômico dos recursos naturais e proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Essa tensão decorre da própria arquitetura constitucional brasileira, que reconhece a livre iniciativa e, simultaneamente, estabelece a defesa ambiental como princípio da ordem econômica.

Desse modo, a exploração do subsolo não pode ser examinada exclusivamente pela lógica da produtividade, da arrecadação ou da expansão industrial. Sua legitimidade depende da compatibilidade entre atividade econômica, segurança ambiental, proteção das comunidades atingidas e observância dos deveres impostos ao empreendedor.

A dissertação que serve de matriz teórica a esta obra parte dessa mesma inquietação ao reconhecer que o desenvolvimento humano sempre esteve vinculado ao aproveitamento dos recursos minerais. Ao mesmo tempo, evidencia que eventos lesivos ligados à atividade extrativa revelam deficiências nos mecanismos de prevenção, fiscalização e recomposição ambiental (Rocha, 2021).

Essa formulação desloca o debate para além da utilidade econômica do minério. O problema jurídico não está na existência da mineração como atividade produtiva, mas no modo como ela é organizada, licenciada, monitorada e submetida aos controles públicos necessários à proteção dos bens ambientais.

No Brasil, essa discussão adquire densidade própria. O país possui expressiva vocação mineral, com territórios economicamente dependentes da extração, do beneficiamento, do transporte e da comercialização de minérios. Tal vocação, contudo, convive com regiões ambientalmente sensíveis e comunidades socialmente vulnerabilizadas.

Parte relevante da cadeia extrativa incide sobre bacias hidrográficas estratégicas, áreas de floresta, territórios tradicionais, zonas rurais e municípios marcados por forte dependência econômica. Essa realidade evidencia assimetrias entre poder empresarial, capacidade fiscalizatória estatal e participação social qualificada.

A mineração deve ser compreendida, nesse contexto, como atividade de risco estruturado. Trata-se de empreendimento cuja operação demanda controles técnicos, jurídicos, financeiros e institucionais permanentes, pois seus efeitos ultrapassam a esfera produtiva e alcançam o território em sua dimensão ambiental, econômica e social.

O risco minerário possui natureza multifacetada. Há riscos geotécnicos associados a barragens, pilhas de estéril, estabilidade de estruturas e fechamento de minas. Também existem riscos ecológicos ligados à supressão vegetal, contaminação de águas, poluição atmosférica, assoreamento e perda de biodiversidade.

A esses elementos somam-se riscos sociais relacionados ao deslocamento de comunidades, à alteração de modos de vida, à dependência econômica local e à vulnerabilidade de populações expostas. Há, ainda, riscos regulatórios derivados de lacunas normativas, fiscalização limitada, fragmentação de competências e assimetrias informacionais.

Essa complexidade impede reduzir o debate a episódios extremos. Embora grandes ocorrências tenham projetado nacionalmente a gravidade do tema, a sensibilidade jurídica da exploração mineral nasce antes do evento danoso, no próprio desenho institucional da atividade e nos controles que devem acompanhar sua execução.

A Constituição Federal impõe ao explorador de recursos minerais o dever de recuperar o meio ambiente degradado, nos termos de solução técnica exigida pelo órgão público competente (Brasil, 1988). Esse comando revela que a exploração mineral já nasce acompanhada de obrigação jurídico-ambiental qualificada.

Não se trata de faculdade empresarial, nem de providência posterior dependente de conveniência econômica. O dever de recomposição integra a legitimidade da atividade, pois a apropriação econômica de riquezas minerais exige contrapartidas ambientais e sociais compatíveis com a extensão dos impactos produzidos.

Essa exigência ganha maior relevo quando se observa que o regime minerário brasileiro foi historicamente constituído sob forte

orientação produtivista. A formação normativa do setor, desde o Código de Mineração até a criação da Agência Nacional de Mineração, revela avanços institucionais, mas também expõe dificuldades persistentes.

A atualização normativa posterior aos grandes eventos minerários demonstra que o sistema regulatório passou a incorporar controles mais específicos sobre barragens, categorias de risco, dano potencial associado e deveres de segurança. Ainda assim, a existência de normas não equivale, por si, à efetiva proteção socioambiental.

Este capítulo situa a mineração como atividade econômica relevante e juridicamente sensível. Para isso, examina a dependência social dos recursos minerais, a formação do ciclo mineral no Brasil, a configuração do regime jurídico minerário, a natureza potencialmente degradadora da exploração e os riscos associados a barragens e territórios afetados.

A análise não pretende esgotar as consequências jurídicas dos danos produzidos pelo setor. Sua finalidade consiste em estabelecer a base necessária para compreender por que a exploração mineral exige ordenação regulatória rigorosa, fiscalização contínua e controles proporcionais à magnitude de seus impactos.

A reflexão parte de uma premissa juridicamente exigente: quanto maior o potencial lesivo de uma atividade econômica, mais intenso deve ser o dever de organização técnica, cautela operacional e controle público. A importância estratégica da mineração não autoriza a transferência do custo ecológico da produção à sociedade.

Entre o minério extraído e o território impactado há uma cadeia de deveres jurídicos cuja compreensão constitui ponto de

partida para examinar, com rigor, os efeitos socioambientais da exploração mineral.

Mineração, desenvolvimento econômico e dependência social dos recursos minerais

A mineração acompanha a formação histórica das sociedades porque os recursos minerais se integram às condições materiais de produção, circulação, habitação, comunicação e inovação tecnológica. Desde os usos rudimentares da pedra e dos metais até as cadeias industriais contemporâneas, a extração mineral tornou-se elemento estruturante da vida coletiva.

Essa constatação impõe um ponto de partida realista. A sociedade contemporânea depende dos bens minerais, mas essa dependência não elimina os deveres ambientais, técnicos e institucionais que recaem sobre sua exploração. Ao contrário, quanto maior sua presença na vida social, mais rigorosa deve ser a disciplina jurídica de sua execução.

A dissertação que orienta esta obra recorda que o aproveitamento dos recursos minerais remonta à pré-história, período em que pedras e metais eram utilizados na fabricação de armas, utensílios e instrumentos de sobrevivência. Com o avanço da metalurgia, da agricultura e das trocas comerciais, a atividade extrativa assumiu função econômica estratégica.

Curi (2017) destaca que as artes minerais acompanham a civilização humana desde seus estágios iniciais, contribuindo para a fabricação de ferramentas, armas, adornos e objetos de uso cotidiano. Essa leitura permite situar a atividade mineral em

perspectiva histórica ampla, sem restringir sua análise aos conflitos ambientais recentes.

Na sociedade industrial e tecnológica, a presença dos minérios tornou-se ainda mais extensa. Fertilizantes agrícolas, equipamentos hospitalares, veículos, aeronaves, embarcações, sistemas elétricos, computadores, telefones celulares, redes de telecomunicação, estruturas de concreto, ligas metálicas, baterias e componentes de precisão dependem, em diferentes graus, da extração mineral.

Ataíde (2017) observa que os recursos minerais são indispensáveis à realização de grande parte das atividades humanas, desde necessidades elementares até a produção de equipamentos de tecnologia avançada. A afirmação evidencia que o setor mineral não se encontra à margem do desenvolvimento, mas no interior das bases materiais que o tornam possível.

Essa centralidade explica por que a exploração do subsolo costuma ser associada ao crescimento econômico, à arrecadação pública, à geração de empregos, à interiorização de investimentos e à formação de cadeias produtivas regionais. No caso brasileiro, essa relação adquire relevância particular pela extensão territorial e pela diversidade geológica do país.

Barreto (2001) assinala que o Brasil ocupa posição expressiva no cenário mineral mundial, com ampla variedade de minerais metálicos e não metálicos. Essa vocação natural, entretanto, não pode ser confundida com autorização irrestrita à exploração. A riqueza do subsolo deve ser lida dentro de uma gramática pública de responsabilidade, planejamento e proteção ambiental.

A relação entre mineração e desenvolvimento econômico contém ambivalência que não pode ser ignorada. De um lado, os bens minerais participam da construção de infraestruturas, da produção industrial e da manutenção de padrões tecnológicos contemporâneos. De outro, sua extração interfere em solos, águas, florestas, comunidades, paisagens e economias locais.

Essa ambivalência impede leituras simplificadoras. A mineração não pode ser tratada como oposição abstrata ao desenvolvimento, pois sua presença material é incontestável. Também não pode ser concebida como atividade imune à crítica jurídica, pois seus efeitos atingem bens ambientais e sociais constitucionalmente protegidos.

A Constituição Federal de 1988 oferece a chave normativa para compreender essa tensão. Ao mesmo tempo em que reconhece a ordem econômica fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, condiciona seu exercício à defesa do meio ambiente e à função social da propriedade (Brasil, 1988).

No campo mineral, essa diretriz assume contornos específicos, pois os recursos minerais pertencem à União e sua exploração depende de autorização ou concessão. A atividade extrativa, portanto, não se desenvolve em espaço puramente privado, pois opera sobre bens públicos e afeta interesses coletivos.

A dependência social dos recursos minerais também produz uma questão institucional relevante. Quanto mais indispensável é uma atividade econômica, maior tende a ser o poder de influência dos agentes que a controlam. Empresas de grande porte concentram capacidade técnica, capital financeiro, acesso a mercados internacionais, domínio logístico e influência regional.

Em territórios fortemente dependentes do setor extrativo, essa concentração pode gerar vínculos econômicos assimétricos. Municípios, trabalhadores, fornecedores e administrações locais passam a organizar parte expressiva de suas expectativas em torno da continuidade da exploração. Essa realidade exige controles públicos capazes de preservar a autonomia crítica das instituições.

No setor mineral, a noção de desenvolvimento precisa ser compreendida de modo qualificado. A expansão da produção ou o aumento da arrecadação não bastam para caracterizar desenvolvimento em sentido jurídico-constitucional. O desenvolvimento constitucionalmente orientado exige articulação entre atividade econômica, proteção ecológica, segurança das populações e distribuição social dos benefícios.

O princípio do desenvolvimento sustentável, amplamente reconhecido pela doutrina ambiental, não elimina a atividade econômica. Sua função é submeter a exploração de recursos naturais a limites materiais, sociais e ecológicos. Na mineração, essa exigência torna-se ainda mais sensível pela intensidade dos impactos territoriais produzidos pela extração.

A mineração, assim, deve ser analisada como atividade essencial e condicionada. Essencial porque integra a base material da vida contemporânea. Condicionada porque sua legitimidade depende da observância de deveres ambientais, regulatórios e sociais proporcionais aos riscos que produz.

Essa formulação evita tanto a romantização da exploração mineral quanto sua rejeição abstrata. O desafio jurídico está em compreender que a dependência social dos minérios não autoriza a naturalização da degradação, da insegurança operacional ou da

transferência de custos ambientais às comunidades e ao poder público.

Sob essa perspectiva, o desenvolvimento econômico associado ao setor somente se sustenta quando acompanhado de planejamento territorial, fiscalização efetiva, transparência operacional e controle técnico de riscos. O minério extraído pode gerar riqueza, mas a riqueza produzida não pode ocultar as transformações impostas aos territórios de onde provém.

É precisamente nesse ponto que a análise econômica da mineração se desloca para o campo jurídico. A atividade que fornece insumos à sociedade deve responder, desde sua origem, pelos efeitos que introduz no ambiente, nas comunidades e nas instituições encarregadas de regular sua execução.

O ciclo mineral no Brasil e a formação do regime jurídico minerário

A formação econômica do Brasil foi profundamente atravessada pela exploração de recursos naturais. Nesse percurso, a mineração ocupou lugar de destaque, tanto pela geração de riquezas quanto pela organização de interesses políticos, fiscais e territoriais. Desde o período colonial, o subsolo brasileiro foi tratado como espaço estratégico de apropriação econômica e controle jurídico.

Durante a colonização portuguesa, a exploração mineral esteve vinculada aos interesses da Coroa. As riquezas extraídas do território colonial integravam uma lógica fiscal centralizada, marcada pelo domínio régio sobre as jazidas e pela cobrança de parcelas da produção. A extração de minérios exercia função

produtiva, fiscal e territorial, atuando como instrumento de poder, tributação e ocupação.

Germani (2002) observa que, nos primórdios da colonização, a extração ainda ocorria de modo rudimentar, com massas pequenas e métodos simples. A demanda voltava-se sobretudo a materiais empregados na construção, como argilas, areia, cascalho e rochas. Ainda assim, essa etapa inicial já indicava a presença dos recursos minerais na formação material das vilas e cidades brasileiras.

Com o avanço da exploração aurífera e diamantífera, o setor ganhou densidade econômica e política. A extração de ouro e pedras preciosas ampliou a interiorização da ocupação territorial, reorganizou fluxos populacionais e fortaleceu mecanismos de fiscalização. O ciclo mineral passou a compor uma das matrizes estruturantes da economia colonial.

A disciplina jurídica da mineração acompanhou as disputas sobre a titularidade das riquezas do subsolo. No período imperial, consolidou-se a separação entre propriedade do solo e propriedade mineral, com reconhecimento de que as jazidas possuíam regime próprio. Essa distinção tornou-se fundamental para a formação posterior do Direito Minerário brasileiro.

A Constituição de 1824 preservou a lógica de controle estatal sobre as riquezas minerais, ainda que em diálogo com formas de concessão à exploração privada. Já a Constituição republicana de 1891 aproximou-se do regime de acesso, sob influência liberal, permitindo maior associação entre propriedade do solo e aproveitamento mineral.

O início do século XX marcou nova inflexão. A expansão industrial, o interesse estrangeiro sobre reservas brasileiras e a

necessidade de organizar a produção impulsionaram medidas regulatórias e incentivos econômicos. As riquezas do subsolo passaram a ser percebidas como componente estratégico do projeto nacional de desenvolvimento.

Com o governo Vargas, intensificou-se a intervenção estatal na economia mineral. A criação do Departamento Nacional de Produção Mineral, em 1934, representou marco institucional relevante, pois concentrou funções técnicas de planejamento, controle e fiscalização. O Estado passou a atuar de modo mais estruturado na administração das jazidas.

A Constituição de 1934 e o Código de Minas reafirmaram a separação entre solo e subsolo, atribuindo ao Estado papel central na gestão das reservas. Essa orientação refletia a preocupação com a soberania econômica e com a proteção das riquezas nacionais. A exploração mineral deixou de ser vista como interesse privado isolado e passou a integrar a agenda pública de desenvolvimento.

No Estado Novo, a presença estatal tornou-se ainda mais intensa. A atuação de empresas estrangeiras sofreu restrições, em sintonia com o nacionalismo econômico do período. Contudo, a limitação de capital e tecnologia no país manteve a necessidade de articulações externas para viabilizar projetos de maior escala.

A criação da Companhia Siderúrgica Nacional e, posteriormente, da Companhia Vale do Rio Doce, expressou essa combinação entre estratégia estatal, industrialização e inserção internacional. O setor passou a dialogar diretamente com infraestrutura, siderurgia, exportação e política econômica, consolidando-se como vetor relevante da modernização produtiva brasileira.

A descoberta de grandes reservas, como as da Serra dos Carajás, ampliou a importância econômica e geopolítica da mineração. A partir da segunda metade do século XX, o país passou a ocupar posição expressiva no mercado internacional de minérios, especialmente em razão do ferro, do níquel, do manganês, da bauxita e de outras substâncias de alto valor industrial.

O Código de Mineração, instituído pelo Decreto-Lei n. 227/1967, estruturou o regime jurídico do aproveitamento mineral em um contexto de forte orientação desenvolvimentista. Sua lógica central privilegiou a pesquisa, a lavra e a produção, com ênfase na expansão econômica do setor (Brasil, 1967).

Por essa razão, parte da doutrina aponta a defasagem desse marco normativo diante das exigências ambientais contemporâneas. A base legal que impulsionou a exploração mineral em larga escala não nasceu sob o mesmo horizonte ecológico posteriormente consolidado pela Constituição Federal de 1988.

Com a ordem constitucional vigente, a mineração foi reposicionada dentro de um sistema jurídico mais complexo. Os recursos minerais passaram a ser expressamente reconhecidos como bens da União, e sua exploração ficou condicionada à autorização ou concessão federal. Ao mesmo tempo, o texto constitucional impôs ao explorador o dever de recuperar o meio ambiente degradado (Brasil, 1988).

Esse novo arranjo alterou a compreensão do setor. A exploração mineral permaneceu relevante para a economia, mas passou a ser vinculada à função socioambiental, à proteção ecológica e ao controle público. O aproveitamento das riquezas do subsolo, portanto, não pode ser interpretado fora da tensão entre desenvolvimento, soberania econômica e defesa do ambiente.

A Constituição também modificou a dimensão financeira do setor ao prever participação dos entes federativos no resultado da exploração mineral. Desse comando decorre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, posteriormente regulamentada pela Lei n. 7.990/1989 (Brasil, 1989). A CFEM tornou-se instrumento de distribuição de parcela da riqueza mineral aos territórios afetados pela atividade.

A criação da Agência Nacional de Mineração, pela Lei n. 13.575/2017, representou nova etapa institucional. A substituição do antigo Departamento Nacional de Produção Mineral por uma autarquia em regime especial buscou conferir maior capacidade regulatória, técnica e fiscalizatória ao setor (Brasil, 2017b).

Fontanelli (2018) registra que o DNPM exerceu, por décadas, a função de órgão responsável pela execução da política mineral, até sua extinção e substituição pela ANM. Essa transição ultrapassa a alteração de nomenclatura e indica o reconhecimento de que a complexidade contemporânea do setor exige regulação especializada, estável e tecnicamente qualificada.

Ainda assim, a modernização institucional não eliminou os problemas históricos do regime minerário brasileiro. Persistem tensões entre expansão econômica, segurança operacional, proteção ambiental, fiscalização adequada e participação social. A existência de agência reguladora não garante efetividade se sua atuação não vier acompanhada de estrutura, transparência e capacidade de controle.

O ciclo mineral brasileiro revela uma trajetória marcada por continuidades e rupturas. A continuidade está na centralidade econômica do subsolo e no interesse permanente sobre suas riquezas. A ruptura está na passagem de uma lógica

predominantemente extrativa para um modelo constitucional que exige compatibilização entre exploração, proteção ambiental e responsabilidade pública.

A formação do regime jurídico minerário demonstra que a mineração nunca foi atividade juridicamente indiferente. Desde a colonização até a regulação contemporânea, o setor esteve vinculado a disputas sobre soberania, propriedade, arrecadação, desenvolvimento, controle estatal e impactos territoriais. Essa historicidade é decisiva para compreender os riscos atuais da exploração mineral.

Desse modo, o estudo do ciclo mineral no Brasil não possui função meramente retrospectiva. Ele permite identificar as raízes de um modelo regulatório que ainda enfrenta dificuldades para equilibrar produção, fiscalização e proteção socioambiental. Essa trajetória prepara a análise da mineração como atividade potencialmente degradadora.

A mineração como atividade potencialmente degradadora

A mineração possui natureza interventiva. Diferentemente de atividades econômicas que operam sobre bens já transformados, a exploração mineral incide diretamente sobre o solo, o subsolo, os recursos hídricos, a paisagem e os ecossistemas. Sua execução exige supressão, escavação, beneficiamento, transporte, armazenamento e disposição de rejeitos.

Essa intervenção não torna a atividade juridicamente ilícita. O ponto decisivo está em reconhecer que sua licitude depende de parâmetros rigorosos de controle. A exploração do subsolo é admitida pelo ordenamento jurídico, mas sua realização deve

observar limites técnicos, ambientais e territoriais compatíveis com a intensidade de seus efeitos.

A Constituição Federal de 1988 confere tratamento específico à atividade mineral ao impor ao empreendedor o dever de recuperar o meio ambiente degradado, conforme solução técnica exigida pelo órgão público competente (Brasil, 1988). Essa previsão revela que a possibilidade de degradação não é acidental, mas inerente à própria dinâmica extrativa.

O texto constitucional, portanto, não parte de uma visão ingênua da exploração mineral. Ao contrário, reconhece que a retirada de recursos do subsolo pode produzir alterações ambientais expressivas. Por isso, submete o explorador a dever jurídico que antecede a ocorrência de dano extraordinário e acompanha a própria lógica da lavra.

A degradação ambiental associada à mineração pode assumir múltiplas formas. Ela pode atingir a vegetação, modificar a conformação do relevo, comprometer a qualidade das águas, gerar poeira, ruído, vibração e pressão sobre fauna e flora. Também pode interferir em áreas de preservação, territórios tradicionais e espaços de uso comunitário.

Esses efeitos ultrapassam a área diretamente escavada. A cadeia minerária envolve estradas, ferrovias, minerodutos, portos, barragens, pilhas de estéril, unidades de beneficiamento e estruturas de apoio. Cada etapa amplia o campo de incidência dos impactos e torna mais complexa a gestão ambiental do empreendimento.

A doutrina ambiental reconhece que atividades econômicas de elevado potencial lesivo devem ser submetidas a controles proporcionais aos riscos que produzem. No setor mineral, esse

dever de controle se intensifica porque os danos podem alcançar bens de difícil ou impossível recomposição.

A perda de biodiversidade, a contaminação de cursos d'água e a instabilidade de estruturas geotécnicas possuem efeitos duradouros. Tais efeitos demonstram que a disciplina da atividade não pode se limitar à autorização formal de pesquisa ou lavra, pois a regularidade jurídica depende de acompanhamento técnico permanente.

O caráter potencialmente degradador da exploração mineral também decorre da escala dos empreendimentos contemporâneos. Grandes projetos exigem intensa movimentação de terras, alto consumo de recursos naturais e estruturas de armazenamento com elevada capacidade de dano. A magnitude econômica do setor acompanha, em muitos casos, a magnitude ambiental dos riscos produzidos.

Essa relação entre escala produtiva e impacto territorial exige cautela analítica. Não se trata de negar a relevância econômica da atividade, mas de compreender que sua legitimidade depende da internalização de seus custos ambientais. Quando os impactos são transferidos ao território, às comunidades ou ao poder público, há distorção do sentido constitucional do desenvolvimento.

A atividade extrativa também produz alterações sociais relevantes. A chegada ou expansão de empreendimentos pode modificar dinâmicas urbanas, pressionar serviços públicos, alterar formas de trabalho, deslocar populações e reorganizar economias locais. Em territórios de alta dependência mineral, a exploração passa a influenciar a própria estrutura social.

Essa dimensão social não pode ser separada da dimensão ambiental. A degradação de rios, solos e florestas repercute sobre

alimentação, moradia, renda, saúde, mobilidade e identidade territorial. A lesão ecológica, mesmo quando descrita tecnicamente, incide sobre formas concretas de vida.

A mineração em larga escala também desafia os mecanismos clássicos de fiscalização. A complexidade técnica dos empreendimentos, a assimetria informacional entre empresas e órgãos públicos e a dependência econômica de certos territórios podem reduzir a capacidade de controle social.

Esse cenário reforça a necessidade de instituições técnicas dotadas de estrutura, independência e transparência. A proteção socioambiental não se realiza por declaração normativa isolada, mas pela conjugação entre controle administrativo, monitoramento permanente e participação social qualificada.

O licenciamento ambiental, os estudos de impacto, os planos de recuperação de áreas degradadas e o monitoramento contínuo constituem instrumentos indispensáveis nesse contexto. Contudo, sua existência formal não garante proteção efetiva. A qualidade da análise técnica, a execução das condicionantes e a fiscalização sucessiva determinam a força real desses mecanismos.

A degradação potencial deve ser compreendida como categoria jurídica de prevenção. A preocupação do Direito não se inicia quando o dano se materializa em grande escala. Ela surge quando a atividade apresenta capacidade concreta de alterar bens ambientais relevantes, exigindo controle antes, durante e depois da exploração.

Essa compreensão afasta a ideia de que a recomposição ambiental seria etapa periférica do empreendimento. A recuperação de áreas degradadas, o fechamento de mina, o tratamento de rejeitos e a estabilidade das estruturas integram o próprio ciclo jurídico da

atividade mineral. Não são providências exteriores à lavra, mas componentes de sua regularidade.

A mineração ocupa, portanto, lugar sensível na ordem econômica e ambiental brasileira. Sua importância não reduz o dever de controle; ao contrário, amplia a exigência de rigor. Quanto mais estratégica é a atividade, maior deve ser a responsabilidade pública e privada pela forma como ela transforma o território.

A identificação da exploração mineral como atividade potencialmente degradadora prepara a análise dos riscos específicos que cercam o setor. Entre esses riscos, as barragens, as estruturas de contenção e a vulnerabilidade dos territórios afetados assumem posição central. Nesse ponto, a discussão deixa o plano geral dos impactos e passa a examinar a organização concreta do perigo minerário.

Risco minerário, barragens e vulnerabilidade territorial

O risco minerário resulta de fatores técnicos, econômicos, geológicos, operacionais e institucionais. Ele envolve estruturas de contenção, circulação de rejeitos, escala produtiva e capacidade pública de fiscalização. Por isso, sua análise exige observar a atividade mineral como sistema territorialmente situado.

As barragens de mineração ocupam lugar sensível nesse sistema. Elas não são elementos acessórios da exploração mineral, mas estruturas vinculadas à organização produtiva do empreendimento. Sua função técnica, ligada à contenção de rejeitos ou sedimentos, projeta efeitos jurídicos relevantes pela magnitude dos danos que podem decorrer de sua falha.

A legislação brasileira passou a conferir atenção mais específica às barragens com a Política Nacional de Segurança de Barragens, instituída pela Lei n. 12.334/2010. Esse marco normativo estabeleceu diretrizes para fiscalização, classificação, segurança, gestão de risco e definição de responsabilidades aplicáveis a estruturas com potencial de dano (Brasil, 2010).

A evolução posterior da matéria demonstra que o tratamento jurídico dessas estruturas foi intensificado após grandes eventos minerários. A Lei n. 14.066/2020 alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens e reforçou exigências relativas à prevenção, à segurança e aos deveres do empreendedor (Brasil, 2020).

No plano infralegal, a Resolução ANM n. 95/2022 consolidou atos normativos sobre segurança de barragens de mineração. A norma, atualizada pelas Resoluções ANM n. 130/2023 e n. 175/2024, organiza parâmetros técnicos e administrativos aplicáveis ao setor, conferindo maior densidade regulatória à matéria (Agência Nacional de Mineração, 2022; Agência Nacional de Mineração, 2023; Agência Nacional de Mineração, 2024).

Essa resolução é relevante porque reúne obrigações que vinculam o empreendedor à gestão permanente da estrutura. O perigo operacional deixa de ser tratado como evento eventual e passa a compor a rotina de monitoramento, classificação, documentação, comunicação e controle técnico. A segurança da barragem torna-se dever contínuo.

A própria lógica de classificação revela a complexidade do risco. A avaliação envolve elementos como categoria de risco, dano potencial associado, características técnicas da estrutura, volume do

reservatório e consequências possíveis para populações, meio ambiente e infraestrutura. A ameaça socioambiental, portanto, não é meramente interna à empresa.

Quando uma barragem possui elevado dano potencial associado, a preocupação jurídica ultrapassa o empreendimento. O território situado no entorno da estrutura passa a integrar a zona de atenção regulatória. Comunidades, cursos d'água, vias de acesso, áreas produtivas, equipamentos públicos e ecossistemas tornam-se parte da avaliação de segurança.

A vulnerabilidade territorial surge precisamente dessa exposição. Municípios minerários ou afetados pela cadeia extrativa podem depender economicamente do setor, mas simultaneamente suportar ameaças ambientais e sociais desproporcionais. A presença de riqueza mineral não significa, necessariamente, fortalecimento da proteção local.

Essa assimetria se torna mais intensa quando há comunidades situadas a jusante de barragens, populações tradicionais, áreas rurais, periferias urbanas ou territórios com baixa capacidade de resposta emergencial. Nessas situações, o risco técnico converte-se em problema social, pois a exposição ao perigo não se distribui de maneira uniforme.

A vulnerabilidade também se expressa na assimetria informacional. Empresas mineradoras detêm dados técnicos, relatórios, sistemas de monitoramento e equipes especializadas. Comunidades atingidas ou potencialmente expostas nem sempre possuem acesso compreensível, tempestivo e independente às informações sobre segurança das estruturas.

A informação, nesse cenário, não é detalhe administrativo. Ela integra a própria proteção territorial. Sem transparência, a

população exposta não compreende a natureza dos riscos, não participa adequadamente dos planos de emergência e não consegue fiscalizar, mesmo socialmente, as condições de segurança do empreendimento.

A Agência Nacional de Mineração possui papel central na organização desse controle. A Lei n. 13.575/2017 conferiu à autarquia atribuições regulatórias e fiscalizatórias relacionadas à atividade mineral, o que reforça a dimensão pública da segurança minerária (Brasil, 2017b).

Entretanto, a existência de competência formal não elimina dificuldades práticas. A fiscalização de barragens exige estrutura técnica, recursos humanos, integração de bases de dados, independência institucional e capacidade de resposta. Em um país de dimensão continental, a distância entre norma e efetividade constitui desafio permanente.

O risco minerário deve ser compreendido como risco técnico e institucional. Técnico, porque depende da estabilidade de estruturas, da qualidade dos projetos, da operação adequada e do monitoramento permanente. Institucional, porque exige fiscalização, transparência, controle público e capacidade de intervenção quando os sinais de insegurança aparecem.

Essa leitura impede restringir o debate à falha física da estrutura. Uma barragem não colapsa somente por fatores geotécnicos isolados. Antes de qualquer evento extremo, há processos decisórios, escolhas empresariais, padrões de fiscalização, qualidade de informações e respostas institucionais que podem reduzir ou ampliar a exposição ao dano.

A vulnerabilidade territorial também exige olhar para os efeitos acumulados da cadeia minerária. Ferrovias, estradas,

minerodutos, portos, pilhas de rejeitos e unidades de beneficiamento ampliam a presença do empreendimento no espaço. O território minerário, portanto, não se resume à cava ou à barragem.

A soma dessas estruturas forma uma geografia do risco. Nela, comunidades e ecossistemas convivem com fluxos de minério, circulação de cargas, disposição de resíduos e dependência econômica. A análise jurídica precisa reconhecer essa espacialidade para não tratar o dano potencial como problema pontual.

Ao situar barragens e territórios afetados no centro do debate, compreende-se que a segurança minerária não pertence exclusivamente ao campo da engenharia. Embora dependa de critérios técnicos especializados, ela também envolve escolhas jurídicas, prioridades regulatórias e proteção de direitos coletivos.

Essa percepção prepara a discussão sobre a insuficiência regulatória como problema contemporâneo. O desafio não está somente em criar normas para o setor, mas em assegurar que elas operem de modo preventivo, transparente e proporcional à intensidade dos riscos assumidos pela atividade mineral.

A insuficiência regulatória como problema jurídico contemporâneo

A insuficiência regulatória no setor mineral não decorre somente da ausência de normas. Em muitos casos, o problema reside na distância entre previsão normativa, capacidade fiscalizatória e efetividade prática. A mineração brasileira possui base legal extensa, mas ainda enfrenta dificuldades para transformar regras em proteção concreta do território.

Essa constatação exige cautela. Não se trata de afirmar que o ordenamento jurídico ignora a atividade minerária. Há disciplina constitucional, legislação específica, órgãos reguladores, procedimentos administrativos, normas ambientais e instrumentos técnicos de controle. O ponto sensível está na articulação entre esses elementos.

A dissertação que fundamenta esta obra reconhece que o Código de Mineração, instituído pelo Decreto-Lei n. 227/1967, não acompanhou plenamente as transformações sociais, econômicas e ambientais posteriores à sua edição (Rocha, 2021). Essa defasagem revela uma tensão persistente entre estrutura normativa produtivista e exigências socioambientais contemporâneas.

O regime minerário brasileiro foi concebido em contexto histórico marcado por forte orientação desenvolvimentista. A prioridade recaía sobre pesquisa, lavra, expansão industrial e aproveitamento econômico das riquezas do subsolo. Essa matriz não desapareceu, embora tenha sido submetida a novas exigências constitucionais após 1988.

A Constituição Federal modificou profundamente o horizonte jurídico da mineração. Ao afirmar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e impor ao explorador o dever de recuperar a área degradada, o texto constitucional deslocou a atividade mineral para um campo de deveres públicos e privados mais rigorosos (Brasil, 1988).

Entretanto, a incorporação constitucional da proteção ambiental não elimina automaticamente práticas administrativas antigas. Normas podem mudar com maior rapidez do que estruturas institucionais, culturas empresariais e rotinas fiscalizatórias. A limitação regulatória, nesse sentido, também se manifesta como

descompasso entre novo paradigma jurídico e velhos modos de exploração.

A criação da Agência Nacional de Mineração representou tentativa de modernização institucional. A Lei n. 13.575/2017 substituiu o antigo Departamento Nacional de Produção Mineral por uma autarquia em regime especial, com atribuições regulatórias e fiscalizatórias mais compatíveis com a complexidade do setor mineral (Brasil, 2017b).

Essa mudança, contudo, não resolve isoladamente os problemas do setor. A regulação especializada exige capacidade técnica, autonomia decisória, recursos humanos, tecnologia de monitoramento, integração de informações e presença institucional suficiente nos territórios afetados. Sem essas condições, a agência pode permanecer formalmente competente, mas materialmente limitada.

A fragilidade institucional também aparece na fragmentação de competências. A atividade mineral envolve órgãos federais, estaduais e municipais, além de instâncias ambientais, minerárias, hídricas, fundiárias e patrimoniais. Essa multiplicidade pode fortalecer o controle quando há coordenação, mas pode produzir lacunas quando há sobreposição, omissão ou comunicação deficiente.

O licenciamento ambiental exemplifica essa complexidade. Ele constitui instrumento indispensável de avaliação prévia, imposição de condicionantes e monitoramento dos impactos. Contudo, sua efetividade depende da qualidade dos estudos apresentados, da independência da análise técnica e da fiscalização posterior ao licenciamento.

Em empreendimentos de alta complexidade, a simples aprovação formal não assegura controle real. Estudos incompletos, condicionantes genéricas, baixa transparência e fiscalização insuficiente podem transformar o licenciamento em etapa burocrática. Quando isso ocorre, o procedimento perde densidade protetiva e fragiliza a tutela ambiental.

Outro ponto sensível está na assimetria informacional. Empresas mineradoras geralmente detêm dados técnicos mais detalhados sobre projetos, estruturas, estabilidade, produção, rejeitos e riscos operacionais. O poder público, por sua vez, depende de capacidade própria para verificar, confrontar e interpretar essas informações.

Essa assimetria compromete a qualidade do controle quando a fiscalização se limita a receber documentos ou validar informações sem auditoria adequada. A regulação ambiental e minerária exige postura ativa, capaz de verificar a consistência técnica dos dados e detectar sinais de instabilidade antes da produção de danos maiores.

A atualização normativa sobre barragens demonstra avanço relevante. A Lei n. 12.334/2010, alterada pela Lei n. 14.066/2020, e a Resolução ANM n. 95/2022 passaram a disciplinar com maior rigor a segurança das estruturas, a classificação de risco e o dano potencial associado (Brasil, 2010; Brasil, 2020; ANM, 2022).

Ainda assim, a existência de normas mais detalhadas não esgota o problema. A segurança minerária depende de cumprimento efetivo, fiscalização contínua e resposta institucional tempestiva. Quando a atuação estatal ocorre de forma tardia, a norma deixa de operar como prevenção e passa a funcionar como registro posterior de uma falha consumada.

A insuficiência regulatória também se relaciona ao poder econômico do setor mineral. Grandes empreendimentos possuem capacidade de influenciar economias locais, arrecadação pública, empregos, infraestrutura e decisões políticas. Essa influência não é ilícita em si, mas exige contrapesos institucionais para preservar a independência do controle público.

Em municípios dependentes da extração mineral, o debate regulatório torna-se ainda mais delicado. A atividade pode representar fonte expressiva de receita e trabalho, ao mesmo tempo em que impõe pressões ambientais e sociais. O poder público local, nessas circunstâncias, pode enfrentar dificuldades para exercer controle crítico sobre o empreendimento.

A regulação contemporânea da mineração precisa considerar esse cenário. Não basta disciplinar a lavra como ato econômico autorizado. É necessário compreender o setor como cadeia complexa, com efeitos que se distribuem sobre infraestrutura, ambiente, comunidades, finanças públicas e organização territorial.

A insuficiência regulatória, portanto, não se resume à falta de lei nova. Ela envolve legislação defasada, fiscalização limitada, assimetria informacional, dependência econômica territorial, baixa coordenação institucional e dificuldade de conversão das normas em práticas preventivas. Esse conjunto compromete a efetividade da ordenação minerária.

A superação desse quadro exige regulação capaz de atuar antes que o dano se consolide. A lógica preventiva deve orientar a pesquisa mineral, a lavra, o beneficiamento, a disposição de rejeitos, a segurança das estruturas, o fechamento de mina e a recomposição das áreas afetadas. O controle não pode aparecer somente no momento da crise.

Desse modo, o problema regulatório contemporâneo não está em escolher entre mineração e proteção ambiental. A questão central consiste em definir sob quais condições jurídicas, técnicas e institucionais a exploração mineral pode ocorrer sem subordinar o território à lógica exclusiva da produção.

Esse percurso encerra a base inicial da obra. A mineração foi situada como atividade economicamente relevante, historicamente estruturante, territorialmente impactante e juridicamente condicionada. A partir dessa compreensão, torna-se possível avançar para a análise do dano ambiental minerário e do regime de responsabilidade aplicável às consequências da exploração mineral.

CAPÍTULO II

Dano ambiental minerário e responsabilidade civil no ordenamento jurídico brasileiro

A compreensão jurídica da mineração não se encerra na identificação de seus riscos técnicos, territoriais e regulatórios. Depois de situada como atividade economicamente relevante e ambientalmente sensível, a exploração do subsolo precisa ser examinada pelos efeitos que produz quando interfere no equilíbrio ecológico, nas comunidades expostas e nos bens de titularidade coletiva.

A lesão ambiental decorrente da atividade minerária possui natureza distinta das perdas patrimoniais comuns. Ela não atinge somente um proprietário, um contrato ou uma relação privada determinada. Sua incidência recai sobre bem jurídico de uso comum do povo, cuja proteção pertence à coletividade presente e às gerações futuras.

Essa característica confere ao tema densidade própria. Quando o empreendimento extrativo compromete águas, solos, fauna, flora, paisagens, territórios tradicionais ou condições de vida comunitária, o prejuízo ultrapassa a dimensão econômica imediata. A degradação ecológica repercute sobre valores ambientais, sociais, culturais e intergeracionais.

A Constituição Federal de 1988 estabelece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. No

campo mineral, o texto constitucional atribui ao explorador de recursos minerais o dever de recuperar a área degradada, conforme solução técnica exigida pelo órgão competente (Brasil, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente consolidou base normativa decisiva para o regime de imputação ao prever a obrigação do poluidor de indenizar ou reparar os prejuízos causados, independentemente da existência de culpa (Brasil, 1981). Essa opção legislativa revela que a tutela ecológica não fica subordinada à demonstração de intenção, negligência ou imperícia.

A responsabilização ambiental assume função diversa daquela tradicionalmente atribuída ao instituto no Direito Privado. Sua finalidade não consiste em recompor interesses individuais violados de modo isolado. Trata-se de instrumento jurídico voltado à preservação do equilíbrio ecológico, à recomposição do bem lesado e à contenção dos custos sociais produzidos por atividades de elevado potencial ofensivo.

Na exploração mineral, esse regime adquire especial relevância porque a atividade envolve intervenção direta no solo e no subsolo, uso intensivo de recursos naturais, estruturas complexas de armazenamento e impactos que podem alcançar extensas áreas geográficas. O dever reparatório deve dialogar com a escala, a técnica e a permanência dos efeitos produzidos pela cadeia extrativa.

A dissertação que serve de matriz a esta obra reconhece a responsabilidade civil das mineradoras como eixo central para compreender os problemas decorrentes de grandes eventos lesivos e as dificuldades de recomposição dos prejuízos ambientais, sociais e econômicos (Rocha, 2021). Este capítulo aprofunda essa base ao deslocar o foco para a construção jurídica da lesão ecológica e do regime aplicável ao empreendedor.

A argumentação inicia pela afetação ambiental como violação a bem jurídico coletivo. A partir desse fundamento, examinam-se os princípios que estruturam a imputação ao poluidor, com atenção à prevenção, à precaução, ao poluidor-pagador, ao desenvolvimento sustentável e à reparação integral.

O percurso conceitual alcança, então, a responsabilidade objetiva e a teoria do risco integral, pilares indispensáveis para compreender a posição do empreendedor diante dos efeitos de sua atividade. A análise também incorpora a complexidade da causalidade em matéria minerária, pois a cadeia produtiva pode envolver múltiplos agentes, estruturas, omissões e decisões técnicas.

O capítulo ainda examina as diversas repercussões da degradação ambiental, incluindo o dano moral coletivo, o dano social e os reflexos individuais derivados da lesão ecológica. Seu fechamento concentra-se na reparação integral, compreendida como recomposição ecológica, compensação adequada e resposta jurídica proporcional à extensão do bem afetado.

A finalidade não é narrar eventos específicos, nem antecipar a análise dos grandes desastres minerários. O objetivo é estabelecer a base jurídica necessária para compreender por que a exploração mineral, quando produz degradação relevante, atrai regime de imputação compatível com a gravidade do bem protegido e com a magnitude dos efeitos decorrentes da atividade econômica.

O dano ambiental como lesão ao bem jurídico coletivo

O dano ambiental minerário deve ser compreendido a partir da natureza do bem atingido. Diferentemente das lesões privadas comuns, a degradação ecológica ultrapassa a esfera individual de um

titular determinado. Sua incidência recai sobre bem de fruição coletiva, cuja proteção excede a lógica patrimonial clássica.

A Constituição Federal de 1988 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, qualificando-o como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (Brasil, 1988). Essa formulação confere ao ambiente estatuto jurídico próprio, situado entre a titularidade difusa, a proteção intergeracional e o interesse público qualificado.

No campo minerário, essa característica assume maior densidade. A exploração do subsolo pode afetar rios, solos, florestas, aquíferos, paisagens, fauna, flora e comunidades diretamente vinculadas ao território. A lesão produzida não se esgota na alteração física de determinado espaço natural.

A doutrina ambiental reconhece que a degradação ecológica possui dimensão transindividual, pois seus efeitos recaem sobre a coletividade e não sobre sujeito isolado. Milaré (2015) compreende o meio ambiente como valor jurídico autônomo, cuja violação exige resposta proporcional à relevância do bem protegido.

A afetação produzida pela mineração pode manifestar-se de formas variadas. Há contaminação de cursos d'água, assoreamento, supressão vegetal, alteração do relevo, dispersão de rejeitos, perda de biodiversidade e comprometimento de serviços ecossistêmicos. Tais efeitos possuem materialidade própria, ainda que suas repercussões econômicas também sejam mensuráveis.

A dificuldade jurídica reside em não reduzir o dano ao prejuízo indenizável. A lógica civil tradicional, centrada na recomposição patrimonial de um sujeito lesado, mostra-se insuficiente quando o bem afetado é indivisível, difuso e funcionalmente vinculado à vida coletiva.

Essa distinção é decisiva para o Direito Minerário. Quando um empreendimento compromete a qualidade de um rio, a estabilidade de uma área, a fertilidade do solo ou a segurança de uma comunidade, há alteração de um sistema de vida, de uma base ecológica e de condições mínimas de pertencimento territorial.

Leite (2015) destaca que a sociedade contemporânea convive com danos ambientais de alta complexidade, muitas vezes marcados por efeitos difusos, cumulativos e de difícil mensuração. Essa leitura é adequada ao setor mineral, pois a atividade pode produzir impactos progressivos, retardados ou distribuídos por diferentes etapas da cadeia produtiva.

A exploração mineral evidencia que a lesão ambiental pode combinar efeitos atuais e futuros. Certas alterações aparecem de imediato, como supressão vegetal ou modificação da paisagem. Outras se manifestam gradualmente, como contaminação hídrica, instabilidade estrutural, erosão, assoreamento e perda de capacidade regenerativa dos ecossistemas.

Essa temporalidade amplia a complexidade da tutela jurídica. O Direito não pode esperar que a deterioração se torne irreversível para reconhecer a existência de ameaça relevante. A proteção ambiental exige atenção ao dano consumado e aos processos que indicam perda progressiva do equilíbrio ecológico.

No plano constitucional, tal exigência decorre da titularidade intergeracional do bem ambiental. A degradação não compromete somente interesses presentes, pois reduz possibilidades de vida, uso e fruição para gerações futuras. Na mineração, a intervenção sobre recursos naturais não renováveis intensifica essa responsabilidade temporal.

O bem mineral possui regime jurídico próprio, pois pertence à União e pode ser explorado por particulares mediante autorização ou concessão. O ambiente impactado pela atividade, entretanto, não se converte em extensão do empreendimento. Mesmo quando a lavra é autorizada, o equilíbrio ecológico permanece protegido como bem coletivo indisponível.

Essa distinção impede confundir título minerário com liberdade plena de intervenção. A autorização estatal viabiliza a pesquisa ou a lavra, mas não neutraliza deveres ambientais. O aproveitamento econômico do subsolo deve coexistir com a preservação das condições ecológicas, sociais e territoriais afetadas pela atividade.

O dano ambiental minerário possui dupla complexidade. Em sua dimensão material, alcança bens naturais interligados, como água, solo, vegetação e fauna. Em sua dimensão jurídica, atinge interesses difusos, direitos fundamentais, deveres públicos de proteção e obrigações impostas ao empreendedor.

A degradação ecológica também pode produzir reflexos sobre direitos individuais e coletivos determinados. Comunidades atingidas podem sofrer perda de renda, alteração de moradia, comprometimento da saúde, ruptura de vínculos culturais e restrição de acesso a recursos naturais. Esses efeitos não anulam a matriz difusa da lesão, mas demonstram sua projeção concreta sobre grupos e pessoas.

Essa projeção exige leitura integrada. A afetação ambiental não deve ser isolada da realidade social em que ocorre. Quando a atividade extrativa altera rios, solos e formas de ocupação territorial, ela também modifica práticas produtivas, referências comunitárias e condições de sobrevivência.

A compreensão do dano como lesão a bem jurídico coletivo permite afastar respostas fragmentadas. A tutela ambiental não pode limitar-se à indenização individual, nem à recomposição parcial de elementos isolados. O bem protegido deve ser examinado em sua funcionalidade ecológica, em sua relevância social e em sua conexão com a qualidade de vida.

Essa orientação possui especial importância no setor mineral. A cadeia extrativa opera por etapas sucessivas, envolvendo pesquisa, lavra, beneficiamento, transporte, armazenamento, disposição de rejeitos e fechamento de mina. Cada fase pode produzir impactos próprios, mas a lesão ambiental precisa ser avaliada em sua integralidade.

A análise jurídica do dano ambiental minerário exige a superação de categorias estreitamente patrimoniais. A pergunta central ultrapassa o valor econômico da perda e alcança a extensão da alteração ecológica, a reversibilidade do dano, a afetação de comunidades, a duração dos efeitos e a possibilidade de recomposição do equilíbrio ambiental.

Reconhecer o meio ambiente como bem jurídico coletivo não constitui formulação abstrata. Trata-se de pressuposto indispensável para definir a intensidade dos deveres impostos às mineradoras, a função dos princípios ambientais e a necessidade de um regime de imputação compatível com a gravidade da lesão produzida.

Princípios ambientais aplicáveis à responsabilização minerária

Os princípios ambientais exercem função estruturante na responsabilização decorrente da exploração mineral. Eles não operam como enunciados abstratos ou adornos argumentativos, pois orientam a interpretação das normas, delimitam deveres jurídicos e conferem densidade à proteção do bem ambiental.

No campo minerário, essa função assume relevo particular. A atividade incide sobre recursos naturais não renováveis, altera territórios e pode produzir efeitos cumulativos sobre águas, solos, biodiversidade e comunidades. Por essa razão, a leitura da lesão ecológica exige base principiológica compatível com a gravidade da intervenção.

A Constituição Federal de 1988 fornece o eixo normativo dessa interpretação ao consagrar o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos. O mesmo dispositivo atribui ao poder público e à coletividade o dever de defesa e preservação ambiental, projetando efeitos sobre atividades econômicas de elevado potencial lesivo (Brasil, 1988).

Entre os vetores mais relevantes para o setor extrativo, destaca-se a prevenção. Sua incidência ocorre quando há conhecimento técnico suficiente sobre a possibilidade de degradação. Nessas situações, o empreendedor e o poder público devem adotar providências capazes de evitar a concretização da lesão.

A prevenção não corresponde a providência acessória. Ela integra a racionalidade jurídica da atividade mineral, pois a exploração do subsolo não pode ser autorizada, executada ou monitorada sem avaliação prévia dos impactos previsíveis. A

regularidade do empreendimento depende da antecipação responsável de seus efeitos.

O licenciamento ambiental, os estudos de impacto, o plano de recuperação de áreas degradadas, o monitoramento de estruturas e o controle de rejeitos materializam essa diretriz preventiva. Tais instrumentos não se justificam por formalidade administrativa, mas pela necessidade de impedir que riscos conhecidos se convertam em degradação efetiva.

A precaução atua em plano distinto. Sua relevância surge quando há incerteza científica sobre a extensão ou a probabilidade de determinado efeito lesivo. Nessas hipóteses, a ausência de certeza não autoriza postura permissiva diante de ameaça grave ou irreversível ao equilíbrio ecológico.

Na mineração, a precaução possui especial importância em razão da complexidade técnica dos empreendimentos. Estruturas de contenção, pilhas de rejeitos, alterações hídricas, estabilidade geológica e impactos cumulativos nem sempre permitem previsões plenamente seguras. A incerteza, nesse cenário, deve reforçar o controle, e não reduzir sua intensidade.

Paulo Affonso Leme Machado compreende a precaução como orientação voltada a impedir que a dúvida científica seja utilizada como fundamento para retardar medidas de proteção ambiental. Essa leitura preserva a integridade do bem ambiental diante de riscos cuja extensão ainda não esteja plenamente mensurada (Machado, 2018).

O poluidor-pagador também possui papel indispensável. Sua função ultrapassa o custeio de medidas posteriores à ocorrência da lesão. O princípio impõe a internalização dos custos ambientais da atividade econômica, impedindo que a sociedade suporte

despesas decorrentes da degradação produzida por empreendimento privado.

No setor mineral, essa diretriz possui conteúdo especialmente exigente. A extração de riquezas do subsolo gera benefícios econômicos concentrados, mas pode distribuir efeitos negativos sobre comunidades, ecossistemas e finanças públicas. O poluidor-pagador busca corrigir essa assimetria ao deslocar ao empreendedor os custos da prevenção, da mitigação e da recomposição.

Édis Milaré observa que o poluidor-pagador não deve ser confundido com autorização para degradar mediante pagamento. Sua função é econômica e jurídica: impedir a socialização dos custos ambientais e reafirmar que o exercício de atividade produtiva deve incorporar os encargos decorrentes de seus impactos (Milaré, 2015).

Essa compreensão afasta interpretações reducionistas. O pagamento de compensações, taxas, indenizações ou obrigações pecuniárias não substitui o dever de evitar a degradação possível. Quando a recomposição ecológica for viável, ela deve prevalecer sobre soluções exclusivamente monetárias.

A reparação integral, por sua vez, exige resposta jurídica proporcional à extensão da lesão produzida. Sua incidência abrange recomposição do equilíbrio ecológico, compensações ambientais, medidas mitigadoras e providências adequadas aos efeitos sociais vinculados à degradação.

Na exploração mineral, a reparação integral não pode ser reduzida ao retorno formal da área a uma aparência física anterior. Muitas alterações atingem funções ecológicas, disponibilidade hídrica, relações comunitárias e modos de uso do território. A

recomposição deve considerar a funcionalidade ambiental e os vínculos sociais afetados.

Annelise Monteiro Steigleder ressalta que a responsabilidade civil ambiental possui orientação reparatória voltada à restauração do equilíbrio ecológico, sempre que tecnicamente possível. Quando a recomposição plena não puder ser alcançada, devem ser adotadas medidas compensatórias proporcionais à extensão da lesão (Steigleder, 2017).

O desenvolvimento sustentável também orienta a análise da atividade mineral. Ele não elimina a exploração econômica, mas condiciona sua legitimidade à compatibilização entre produção, proteção ecológica e justiça social. No setor extrativo, essa compatibilização exige planejamento, transparência e controle permanente.

A mineração não pode ser considerada sustentável somente porque gera arrecadação ou empregos. A avaliação jurídica do desenvolvimento exige verificar se a atividade preserva condições ambientais mínimas, reduz vulnerabilidades territoriais, respeita comunidades atingidas e evita a transferência de custos ecológicos ao poder público.

Os princípios ambientais atuam como critérios de racionalidade jurídica. Eles orientam o licenciamento, a fiscalização, a interpretação das obrigações empresariais e a definição das respostas cabíveis diante da degradação. Também impedem que a exploração mineral seja tratada como atividade econômica dissociada de seus efeitos socioambientais.

A interação entre prevenção, precaução, poluidor-pagador, desenvolvimento sustentável e reparação integral forma a base normativa da responsabilização minerária. Cada vetor possui função

própria, mas todos convergem para uma mesma exigência: o empreendimento deve assumir os custos, deveres e limites correspondentes ao potencial lesivo de sua atuação.

Essa arquitetura principiológica prepara a análise do regime objetivo de responsabilização. Reconhecida a incidência desses vetores sobre atividades de elevado impacto, torna-se necessário examinar como o ordenamento jurídico estrutura a imputação ao empreendedor diante da lesão ecológica.

Responsabilidade objetiva ambiental e teoria do risco integral

A responsabilidade civil ambiental ocupa posição singular no ordenamento jurídico brasileiro. Diferentemente da responsabilidade subjetiva clássica, fundada na demonstração de culpa, o regime aplicável às lesões ecológicas desloca o centro da análise para a atividade desenvolvida, o bem atingido e o vínculo entre conduta, risco e resultado lesivo.

Essa opção normativa decorre da própria natureza do meio ambiente como bem jurídico coletivo. Quando a degradação compromete interesses difusos, qualidade de vida, equilíbrio ecológico e direitos intergeracionais, a exigência de comprovação de culpa torna-se incompatível com a efetividade da tutela ambiental.

A Política Nacional do Meio Ambiente consolidou esse modelo ao prever que o poluidor é obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade (Brasil, 1981). O texto legal instituiu base objetiva de imputação, compatível com a relevância do bem protegido.

No campo minerário, essa orientação possui especial relevância. A exploração do subsolo envolve intervenção territorial intensa, estruturas técnicas complexas, uso de recursos naturais e potencial de produzir efeitos de longa duração. A imputação ao empreendedor não pode depender da prova de intenção, imprudência ou negligência.

A objetivação do regime não elimina a necessidade de vínculo entre atividade e lesão. O que se afasta é a culpa como pressuposto de responsabilização. Demonstrada a conexão entre o empreendimento e a degradação, surge o dever jurídico de responder pelos efeitos produzidos.

Esse modelo não representa tratamento excepcional sem fundamento. Ele resulta da combinação entre risco da atividade, indisponibilidade do bem ambiental e necessidade de proteção efetiva. Em matéria ecológica, exigir da coletividade atingida a demonstração de culpa empresarial significaria impor obstáculo incompatível com a complexidade técnica da degradação.

A mineração evidencia essa dificuldade. Dados sobre estabilidade de estruturas, disposição de rejeitos, monitoramento de barragens, composição química de resíduos e planos operacionais costumam estar sob domínio do próprio empreendedor. A assimetria informacional torna inadequada uma leitura centrada na culpa subjetiva.

A teoria do risco integral aprofunda essa lógica protetiva. Ao contrário de modelos que admitem excludentes tradicionais, como caso fortuito, força maior ou fato de terceiro, essa teoria concentra-se na criação ou assunção do risco pela atividade desenvolvida. Quem organiza empreendimento de elevado potencial lesivo deve responder pelos efeitos dele decorrentes.

O Superior Tribunal de Justiça consolidou entendimento nessa direção. No Tema Repetitivo 707, a Corte fixou a tese de que a responsabilidade por dano ambiental é objetiva, informada pela teoria do risco integral, sendo descabida a invocação de excludentes tradicionais pela empresa responsável para afastar a obrigação de indenizar (Brasil, 2014).

Essa orientação jurisprudencial possui pertinência direta para o setor mineral. O precedente repetitivo teve origem em acidente ambiental envolvendo rompimento de barragem, contexto associado à atividade minerária. A decisão reforça que o risco assumido pelo empreendimento integra a unidade do ato gerador da imputação.

A teoria do risco integral não deve ser compreendida como punição automática sem critério jurídico. Seu fundamento está na necessidade de impedir que a complexidade dos eventos ambientais seja utilizada para dissolver a imputação. Em atividades de elevado potencial lesivo, a proteção do bem coletivo exige resposta compatível com a extensão do risco criado.

O nexo causal permanece relevante, mas assume função própria. Ele não serve para investigar culpa, e sim para relacionar o empreendimento, o risco assumido e o resultado danoso. A causalidade opera como elemento de conexão entre a atividade econômica e a lesão ecológica produzida.

A doutrina ambiental reconhece que a adoção do risco integral fortalece a efetividade da tutela ecológica. Milaré (2015) sustenta que a responsabilidade ambiental objetiva decorre da necessidade de assegurar reparação adequada diante de bens de elevada relevância jurídica. A proteção ambiental não pode ficar refém de categorias civilistas tradicionais.

Paulo Affonso Leme Machado ressalta que a responsabilização em matéria ambiental deve ser interpretada de modo compatível com a prevenção e a reparação dos danos ecológicos. Essa leitura impede que o empreendedor transfira à sociedade os custos de uma atividade que organiza, controla e da qual extrai proveito econômico (Machado, 2018).

No setor minerário, a teoria do risco integral possui razão adicional. A exploração de recursos minerais, embora autorizada pelo poder público, permanece atividade de interesse econômico privado ou empresarial. A autorização estatal não converte a coletividade em garantidora dos riscos assumidos pelo explorador.

O título minerário viabiliza a pesquisa ou a lavra, mas não neutraliza o dever de responder pelos efeitos da atividade. A regularidade administrativa do empreendimento não afasta a responsabilização quando ocorre degradação relevante. Licença, autorização ou concessão não equivalem a permissão para comprometer o equilíbrio ecológico.

Essa distinção é decisiva. O empreendimento pode estar formalmente autorizado e, ainda assim, ser chamado a recompor lesões ambientais decorrentes de sua operação. A licitude inicial da atividade não exclui o dever reparatório, pois o regime objetivo não se funda na ilicitude abstrata da mineração, mas na violação concreta do bem protegido.

A responsabilidade objetiva também possui função preventiva. Ao impor ao empreendedor o dever de responder pelos efeitos de sua atividade, o ordenamento cria incentivo jurídico para adoção de controles técnicos mais rigorosos, monitoramento contínuo, gestão adequada de rejeitos e revisão permanente de procedimentos operacionais.

Essa função preventiva ganha maior relevo em empreendimentos de grande escala. Quando a empresa sabe que não poderá afastar sua responsabilidade mediante alegação de ausência de culpa, tende a internalizar com maior rigor os custos de segurança, controle e mitigação. O regime jurídico orienta condutas antes da ocorrência da lesão.

A teoria do risco integral impede, ainda, a fragmentação artificial da imputação. Em cadeias minerárias complexas, a degradação pode decorrer de decisões técnicas, falhas de monitoramento, omissões operacionais, estruturas terceirizadas ou etapas produtivas sucessivas. O modelo protetivo evita que essa complexidade seja usada para diluir a resposta jurídica.

Isso não significa ignorar a análise concreta dos fatos. A imputação deve ser construída com base na relação entre atividade, risco e resultado. Comprovada essa conexão, o empreendedor não pode se eximir por meio de excludentes tradicionais incompatíveis com a tutela ambiental.

A responsabilidade civil ambiental reflete a passagem de uma lógica patrimonial individual para uma racionalidade de proteção coletiva. O centro do regime não está na culpa do agente, mas na recomposição do bem afetado, na internalização dos custos ecológicos e na preservação das condições de vida associadas ao ambiente.

No campo minerário, essa racionalidade possui relevância direta. A exploração mineral depende de estruturas e decisões que podem produzir impactos profundos e duradouros. Por isso, a responsabilização objetiva, informada pelo risco integral, constitui resposta jurídica compatível com a magnitude dos efeitos possíveis.

A adoção desse regime também fortalece a coerência da ordem constitucional. Se o meio ambiente é bem de uso comum do povo e se o explorador mineral tem dever de recuperar a área degradada, não seria compatível submeter a tutela ecológica à prova de culpa. A proteção constitucional exige regime de imputação adequado à complexidade da lesão.

A responsabilidade objetiva e a teoria do risco integral formam a base jurídica da responsabilização das mineradoras por lesões ambientais. A compreensão desse regime exige examinar, com a mesma precisão, a prova da relação entre empreendimento, risco criado e resultado danoso, pois a atividade extrativa pode envolver múltiplos agentes, estruturas e decisões técnicas.

Nexo causal, prova e imputação em danos ambientais minerários

O regime objetivo de responsabilização não elimina a necessidade de demonstrar a relação entre a atividade desenvolvida e a lesão produzida. A culpa deixa de ocupar o centro da análise, mas permanece indispensável estabelecer o vínculo entre empreendimento, risco criado e resultado ambientalmente relevante.

Em matéria minerária, essa conexão raramente se apresenta de modo simples. A exploração do subsolo envolve etapas sucessivas, decisões técnicas, estruturas de contenção, transporte, beneficiamento, disposição de rejeitos, monitoramento e fechamento de mina. A multiplicidade de fases amplia a complexidade da imputação.

A causalidade ambiental não pode ser examinada com a mesma linearidade dos danos privados tradicionais. Em muitos casos, a degradação resulta de processos cumulativos, efeitos retardados, interações ecológicas e omissões sucessivas. O evento lesivo pode decorrer de uma cadeia de fatores técnicos e institucionais.

Essa complexidade não autoriza o enfraquecimento da tutela jurídica. A interpretação deve ser compatível com a natureza do bem protegido. Quando a atividade econômica possui elevado potencial ofensivo, a análise causal precisa considerar a organização do empreendimento e sua contribuição para a alteração do equilíbrio ecológico.

No setor mineral, a prova da relação entre operação e lesão envolve desafios próprios. Informações sobre estabilidade de barragens, composição de rejeitos, integridade de estruturas, sistemas de drenagem, qualidade da água e monitoramento geotécnico costumam estar concentradas no próprio empreendedor.

A empresa que controla a operação detém, em regra, maior capacidade técnica para registrar dados, produzir relatórios, contratar auditorias e interpretar sinais de instabilidade. Comunidades atingidas, órgãos públicos subestruturados e terceiros afetados nem sempre possuem acesso equivalente às informações necessárias para compreender a dinâmica da lesão.

Essa desigualdade não pode ser ignorada pelo Direito. A exigência de prova impossível ou excessivamente onerosa à coletividade comprometeria a efetividade da proteção ambiental. A leitura probatória deve considerar quem domina a informação

técnica e quem possui melhores condições de demonstrar a regularidade ou a falha do empreendimento.

A imputação ambiental exige leitura substancial da prova. Relatórios operacionais, estudos de impacto, planos de segurança, auditorias, registros de monitoramento, comunicações internas, laudos periciais e dados oficiais devem ser avaliados em conjunto. A fragmentação probatória pode ocultar a unidade do processo degradador.

A mineração também impõe atenção à causalidade por omissão. A lesão ecológica nem sempre decorre de ação direta e isolada. Pode resultar da ausência de manutenção, da fiscalização interna insuficiente, da demora na adoção de medidas corretivas, da omissão em comunicar riscos ou da tolerância com padrões operacionais inadequados.

A omissão empresarial possui relevância jurídica quando vinculada a deveres técnicos e normativos previamente existentes. Quem administra estrutura potencialmente lesiva não responde somente por atos positivos, mas pela inércia diante de sinais de instabilidade, falhas conhecidas ou riscos previsíveis.

A relação causal também pode envolver pluralidade de agentes. Empresas controladoras, subsidiárias, terceirizadas, projetistas, consultorias, auditorias, operadores logísticos e responsáveis técnicos podem integrar a cadeia de produção do perigo. A multiplicidade de participantes não deve servir como mecanismo de diluição da resposta jurídica.

Em empreendimentos complexos, a imputação precisa identificar a contribuição de cada agente sem perder de vista a unidade econômica e funcional do projeto. A fragmentação societária ou contratual não pode obscurecer a posição de quem se

beneficia da atividade, controla decisões relevantes ou assume direção na cadeia minerária.

A prova pericial possui papel relevante nesse contexto, mas não esgota a análise jurídica. A perícia esclarece aspectos técnicos, identifica causas prováveis, examina estruturas e avalia impactos. A valoração jurídica depende da articulação entre dados técnicos, deveres normativos e lógica de proteção do bem ambiental.

A dinâmica causal da degradação pode ser reforçada por indícios convergentes. Alterações na qualidade da água, registros de instabilidade, histórico de autuações, falhas de monitoramento, proximidade espacial, temporalidade dos efeitos e padrões de deterioração podem formar conjunto probatório suficiente para sustentar a imputação.

Essa leitura evita exigir certeza em contextos marcados por complexidade técnica. O Direito Ambiental não pode converter a incerteza própria dos sistemas ecológicos em escudo para atividades de elevado potencial lesivo. A prova deve ser rigorosa, mas adequada à natureza difusa, dinâmica e cumulativa do dano.

O princípio da prevenção contribui para essa compreensão. Se o empreendedor possui dever de antecipar riscos conhecidos, a omissão em monitorar, registrar ou comunicar informações relevantes pode influenciar a análise da causalidade. A falta de dados confiáveis não deve beneficiar quem tinha obrigação de produzi-los.

A precaução também interfere na leitura probatória. Em situações de incerteza científica, a proteção ambiental exige atenção aos sinais de ameaça grave ou irreversível. A dúvida técnica não deve conduzir à paralisia institucional quando há elementos consistentes de exposição do bem ambiental a perigo relevante.

No plano jurídico, a imputação não se reduz à busca de uma causa única. Em matéria ecológica, pode haver concausas, contribuições sucessivas e fatores interdependentes. O essencial é verificar se a atividade minerária participou de modo relevante da produção, intensificação ou prolongamento da degradação.

Essa perspectiva possui grande importância para o setor extrativo. A lesão ambiental pode resultar de uma falha pontual, mas também de modelo operacional inadequado, controles frágeis ou decisões empresariais reiteradas. A atribuição jurídica precisa alcançar a estrutura do empreendimento, e não somente o instante visível do evento danoso.

O título minerário, a licença ambiental e o cumprimento formal de exigências administrativas não afastam, por si, a possibilidade de imputação. A regularidade documental não substitui a análise concreta dos efeitos produzidos. Quando a atividade autorizada gera degradação relevante, a ligação entre operação e lesão deve ser examinada com rigor.

A demonstração do nexo causal cumpre função decisiva nesse cenário. Ela impede imputações arbitrárias, mas não pode ser convertida em barreira intransponível à tutela ambiental. O equilíbrio está em exigir demonstração consistente da relação entre empreendimento e dano, sem transferir à coletividade o ônus técnico de desvendar sozinha a dinâmica da atividade econômica.

A responsabilização minerária demanda uma teoria da prova compatível com a complexidade ambiental. A análise deve considerar domínio informacional, deveres de monitoramento, capacidade técnica, histórico do empreendimento, extensão dos impactos e contribuição da atividade para a degradação verificada.

A compreensão da causalidade em matéria minerária revela que a lesão ecológica não se esgota na verificação técnica do evento. Uma vez estabelecida a ligação entre atividade, risco e dano, torna-se necessário examinar as repercussões coletivas, sociais e individuais que irradiam da degradação.

Dano moral coletivo, dano social e danos individuais reflexos

A lesão ambiental minerária não se limita à alteração física do ecossistema. Seus efeitos podem alcançar a coletividade em dimensão moral, social e existencial, especialmente quando a degradação rompe vínculos comunitários, compromete modos de vida e afeta a confiança pública na segurança do território.

O dano moral coletivo decorre da violação de valores compartilhados por uma comunidade ou pela sociedade em sentido amplo. No campo ambiental, sua ocorrência está ligada à ofensa a bens imateriais de titularidade transindividual, como a qualidade de vida, a integridade ecológica e o sentimento coletivo de segurança.

Essa categoria não exige a demonstração de sofrimento psicológico individualizado. O que se examina é a gravidade da ofensa dirigida a um bem comum, cuja deterioração atinge a coletividade em sua dimensão ética, cultural e institucional. A degradação ambiental grave pode produzir abalo que ultrapassa perdas patrimoniais mensuráveis.

Na mineração, essa compreensão possui especial relevância. A contaminação de rios, a destruição de paisagens, a instabilidade de estruturas e a exposição de comunidades a perigo persistente não representam somente prejuízos materiais. Esses eventos atingem

referências simbólicas, expectativas de segurança e formas coletivas de pertencimento ao território.

O dano moral coletivo também se relaciona à quebra de confiança social. Quando uma atividade de alto potencial lesivo é conduzida sem controle suficiente, a coletividade percebe a fragilidade das instituições, a assimetria entre poder econômico e proteção ambiental e a insuficiência das garantias prometidas pelo empreendimento.

Essa perda de confiança possui conteúdo jurídico. O meio ambiente equilibrado não é bem acessório, mas condição de vida digna e de estabilidade social. A violação grave desse bem pode gerar ofensa coletiva autônoma, ainda que coexistam danos materiais, ecológicos e individuais.

A doutrina ambiental reconhece que a reparação da lesão ecológica não esgota todas as dimensões do evento danoso. Leite (2015) associa os danos ambientais contemporâneos a efeitos difusos, complexos e muitas vezes imateriais, o que permite compreender a dimensão coletiva do abalo produzido pela degradação.

O dano social evidencia a repercussão da atividade lesiva sobre a organização da vida comunitária. Ele se manifesta quando o evento ambiental compromete relações econômicas locais, serviços públicos, mobilidade, saúde, trabalho, moradia, cultura e modos de subsistência.

Na atividade minerária, essa repercussão pode ser intensa. Municípios dependentes do setor extrativo costumam organizar parte de sua economia em torno da lavra, do transporte, da prestação de serviços e da arrecadação decorrente do

empreendimento. Quando ocorre degradação relevante, o impacto alcança a estrutura social do território.

A alteração de cursos d'água, a perda de áreas produtivas, a interrupção de atividades econômicas e o deslocamento de populações podem gerar efeitos que não se ajustam aos limites de uma indenização individual. Há mudanças na vida coletiva, no funcionamento local e na forma como os sujeitos se relacionam com o espaço atingido.

O dano social também permite compreender a dimensão pública da lesão ambiental. A degradação pode pressionar sistemas de saúde, assistência social, educação, saneamento, habitação e infraestrutura. O custo do evento lesivo, quando não internalizado adequadamente, tende a ser transferido ao poder público e à própria sociedade.

Essa transferência revela uma distorção jurídica. A atividade econômica que produz benefício privado ou empresarial não pode deslocar para a coletividade os encargos sociais e ambientais de sua operação. O dano social evidencia a necessidade de vincular exploração mineral, deveres preventivos e resposta reparatória proporcional.

Além das repercussões coletivas e sociais, a degradação ambiental pode atingir indivíduos determinados. Moradores, trabalhadores, pescadores, agricultores, comerciantes e famílias residentes em áreas afetadas podem sofrer perdas específicas, relacionadas à saúde, renda, moradia, trabalho, deslocamento ou ruptura de vínculos comunitários.

Esses danos individuais reflexos não descaracterizam a matriz coletiva da lesão ecológica. Eles demonstram que o mesmo evento pode irradiar efeitos em diferentes planos jurídicos. O bem

ambiental permanece difuso, mas sua violação atinge pessoas concretas em sua experiência cotidiana.

A complexidade está em evitar duas reduções. A primeira consiste em tratar toda degradação ambiental como soma de prejuízos individuais. A segunda consiste em ignorar os efeitos concretos sobre pessoas e grupos determinados em nome de uma leitura exclusivamente abstrata da coletividade.

A resposta jurídica adequada precisa reconhecer a coexistência dessas dimensões. A lesão ecológica possui núcleo transindividual, mas pode produzir danos morais coletivos, danos sociais e prejuízos individualmente identificáveis. Cada plano exige tratamento próprio, sem fragmentar artificialmente a unidade do evento ambiental.

Essa compreensão é particularmente necessária no setor minerário. A cadeia extrativa atua sobre territórios habitados, economias locais e ecossistemas interdependentes. Quando ocorre degradação relevante, a afetação não se distribui de modo uniforme, pois alguns grupos suportam maior exposição, vulnerabilidade e perda de condições materiais de vida.

Comunidades tradicionais, populações rurais, moradores de áreas a jusante de barragens e trabalhadores vinculados a economias locais podem experimentar impactos mais intensos. A análise jurídica precisa considerar essas assimetrias, sob pena de tratar a coletividade como categoria homogênea e invisibilizar desigualdades concretas.

O reconhecimento das múltiplas repercussões do dano ambiental não possui finalidade meramente classificatória. Ele permite dimensionar a extensão da lesão, orientar a produção de prova, definir obrigações compatíveis com os efeitos produzidos e

impedir que a resposta jurídica se restrinja ao cálculo econômico imediato.

Dano moral coletivo, dano social e danos individuais reflexos compõem planos complementares de análise. Todos decorrem da mesma matriz socioambiental, mas expressam formas distintas de afetação. A unidade do evento lesivo não elimina a pluralidade de consequências juridicamente relevantes.

A mineração, por sua escala e por sua inserção territorial, torna essa pluralidade especialmente visível. A degradação de um rio, de uma área produtiva ou de uma estrutura ambientalmente sensível pode atingir a coletividade, abalar valores comuns, desorganizar a vida social e produzir perdas individuais simultaneamente.

Se a lesão ambiental minerária possui dimensões ecológicas, coletivas, sociais e individuais, a resposta jurídica não pode ser parcial, fragmentária ou puramente monetária. A complexidade do bem afetado exige o exame da reparação integral como eixo de recomposição, compensação e proteção das comunidades atingidas.

Reparação integral e recomposição do equilíbrio ecológico

A reparação integral ocupa posição central na responsabilidade civil ambiental. Sua função não se limita à compensação econômica do prejuízo, pois a lesão ecológica atinge bem jurídico de titularidade coletiva, com valor próprio e relevância intergeracional. A resposta jurídica deve buscar, sempre que possível, a recomposição do equilíbrio afetado.

No campo minerário, a recomposição ambiental assume maior complexidade. A exploração do subsolo pode modificar

solos, águas, vegetação, paisagens, estruturas geológicas e formas de ocupação territorial. Por isso, recompor não significa devolver a área a uma aparência superficialmente estável.

A reparação integral exige leitura ampla dos efeitos produzidos. Deve considerar a extensão da degradação, a reversibilidade do dano, a perda de funções ecológicas, a duração dos impactos, os reflexos sociais e a possibilidade técnica de restauração. O valor econômico da perda não esgota a dimensão jurídica do bem afetado.

A Constituição Federal de 1988, ao impor ao explorador de recursos minerais o dever de recuperar o meio ambiente degradado, estabelece obrigação específica para o setor (Brasil, 1988). Esse comando reforça que a recomposição não é elemento externo à atividade minerária, mas dever incorporado à própria legitimidade da exploração.

A Política Nacional do Meio Ambiente também sustenta essa orientação ao prever a obrigação de indenizar ou reparar os danos causados ao ambiente e a terceiros afetados (Brasil, 1981). A norma revela que a resposta jurídica deve contemplar tanto o bem ecológico em si quanto os sujeitos atingidos pelos efeitos da degradação.

A recomposição ecológica deve ocupar lugar preferencial. Quando tecnicamente possível, a restauração do bem ambiental lesado deve prevalecer sobre soluções meramente pecuniárias. O pagamento de indenização não substitui a recuperação de rios, solos, vegetação, fauna, paisagem e serviços ecossistêmicos atingidos.

Essa preferência decorre da natureza do bem protegido. O meio ambiente equilibrado não se reduz a valor de mercado. Sua relevância está na função que exerce para a vida, para a saúde, para

a organização comunitária e para a continuidade dos sistemas naturais. A monetização do dano não pode apagar essa dimensão.

Em muitos casos, a recomposição plena não será tecnicamente possível. A mineração pode produzir alterações irreversíveis ou de restauração extremamente limitada, especialmente quando há perda de biodiversidade, contaminação persistente, alteração profunda do relevo ou comprometimento duradouro de cursos d'água.

Nessas hipóteses, a reparação integral exige medidas compensatórias proporcionais. A compensação ambiental não deve ser tratada como solução inferior por natureza, mas como resposta necessária quando a restauração direta não consegue reconstituir integralmente o bem degradado. Sua legitimidade depende da adequação entre medida adotada e extensão da lesão.

A indenização pecuniária possui papel complementar. Ela pode ser necessária para reparar danos individuais, custear medidas emergenciais, financiar programas ambientais, recompor perdas econômicas e assegurar suporte a comunidades afetadas. Contudo, não deve converter-se em resposta única diante da complexidade do dano ecológico.

A reparação integral articula três planos: recomposição, compensação e indenização. A recomposição busca restaurar o bem lesado; a compensação enfrenta perdas não plenamente reversíveis; a indenização responde a prejuízos economicamente mensuráveis. A força do modelo está na combinação desses instrumentos.

No setor mineral, essa articulação precisa ser planejada desde a origem do empreendimento. Planos de recuperação de áreas degradadas, fechamento de mina, gestão de rejeitos, monitoramento de águas e estabilização de estruturas devem compor o ciclo regular

da atividade. Reparar não pode significar agir somente depois da crise.

A recomposição ambiental também demanda acompanhamento temporal. Certas medidas restaurativas exigem anos ou décadas para revelar eficácia. A mera execução inicial de obras ou programas não confirma, por si, a recuperação do equilíbrio ecológico. A avaliação deve considerar resultados verificáveis e permanência dos efeitos positivos.

Essa dimensão temporal é decisiva na mineração. Solos removidos, cursos d'água alterados e áreas de vegetação suprimida não se restabelecem automaticamente. A resposta jurídica precisa prever monitoramento continuado, metas mensuráveis, revisão técnica e responsabilização por insuficiência das medidas adotadas.

A reparação integral também deve considerar as comunidades atingidas. A degradação ambiental pode comprometer renda, moradia, saúde, mobilidade, vínculos culturais e modos de subsistência. O restabelecimento do equilíbrio ecológico não será suficiente se os efeitos sociais permanecerem invisibilizados.

Esse ponto revela o caráter socioambiental da recomposição. O ambiente degradado não é cenário vazio, mas espaço de vida. Quando rios, solos, florestas ou áreas produtivas são afetados, práticas comunitárias, economias locais e referências identitárias também podem ser desorganizadas.

A resposta jurídica deve impedir a fragmentação do dano. Medidas ambientais, sociais e econômicas não podem ser concebidas como compartimentos isolados. A reparação integral exige coordenação entre recuperação ecológica, proteção das populações atingidas e reconstrução das condições de vida comprometidas.

Annelise Monteiro Steigleder ressalta que a responsabilidade civil ambiental se orienta pela restauração do equilíbrio ecológico, sempre que possível, e pela adoção de compensações proporcionais quando a recomposição plena não puder ser obtida (Steigleder, 2017). Essa leitura é especialmente adequada à atividade minerária, cuja intervenção pode produzir danos extensos e duradouros.

A efetividade da reparação depende de controle institucional. O empreendedor não pode definir unilateralmente a suficiência das medidas adotadas. Órgãos ambientais, instituições de fiscalização, perícias independentes, participação social e controle judicial podem ser necessários para assegurar que a resposta não seja reduzida a cumprimento formal.

A independência técnica é relevante porque a execução da reparação envolve dados complexos. Qualidade da água, estabilidade de estruturas, recuperação vegetal, retorno de fauna, segurança territorial e recomposição de atividades econômicas exigem avaliações especializadas. Sem fiscalização qualificada, a reparação pode permanecer nominal.

A proporcionalidade também orienta a resposta. Quanto maior a extensão da degradação, mais robustas devem ser as medidas impostas. A reparação integral não admite solução padronizada, pois cada evento lesivo apresenta características próprias, conforme o bem atingido, a área afetada, a duração do impacto e a vulnerabilidade das comunidades envolvidas.

A mineração exige atenção particular à prevenção de novas lesões durante o processo reparatório. A execução de medidas de recomposição não pode coexistir com a manutenção de práticas operacionais que reproduzam o mesmo padrão de risco. Reparar

também significa modificar procedimentos, corrigir falhas e impedir a continuidade do processo degradador.

A reparação integral possui dimensão corretiva e preventiva. Corrige, na medida do possível, os efeitos já produzidos; previne a repetição ou o agravamento da lesão ao exigir transformação das condições que permitiram a degradação. Essa dupla função reforça sua importância na responsabilidade civil ambiental.

A compreensão desenvolvida ao longo deste capítulo permite afirmar que o dano ambiental mineral exige regime jurídico próprio, fundado na titularidade coletiva do bem lesado, nos princípios ambientais, na responsabilização objetiva, na análise adequada da causalidade e na pluralidade de efeitos socioambientais.

A reparação integral encerra esse percurso conceitual ao demonstrar que a resposta jurídica não pode ser parcial, tardia ou meramente monetária. A exploração mineral, quando produz degradação relevante, deve responder pela recomposição ecológica, pela compensação das perdas não reversíveis e pela proteção das comunidades afetadas.

Essa base conceitual permite compreender por que grandes ocorrências do setor mineral desafiam respostas jurídicas meramente formais e exigem reparação compatível com a extensão ecológica, social e territorial da lesão.

CAPÍTULO III

Desastres ambientais minerários e o dever de reparação integral

Os desastres ambientais minerários revelam a passagem do risco estruturado para a lesão concreta de alta complexidade. Aquilo que, no plano regulatório, aparece como possibilidade técnica de falha, instabilidade estrutural ou exposição territorial pode converter-se, em eventos de grande magnitude, em degradação ecológica, ruptura social, prejuízo econômico e crise institucional.

A mineração, por sua natureza interventiva, exige gestão permanente dos perigos que produz. Quando essa gestão se mostra insuficiente, o evento lesivo não pode ser interpretado como ocorrência isolada, separada da organização produtiva que o tornou possível. A catástrofe socioambiental evidencia decisões, omissões, fragilidades regulatórias e assimetrias informacionais acumuladas ao longo do tempo.

A análise jurídica dessas ocorrências exige superar leituras restritas ao momento do rompimento, da contaminação ou da perda imediata. O desastre não se resume ao instante visível da destruição. Seus efeitos alcançam cursos d'água, solos, fauna, flora, comunidades, economias locais, vínculos culturais, sistemas públicos e expectativas coletivas de segurança.

Nesse cenário, o dever de recomposição não pode ser compreendido como resposta indenizatória posterior. A indenização possui função relevante diante de perdas individualmente mensuráveis, mas não esgota a recuperação do bem

ambiental, a compensação de efeitos irreversíveis e a proteção das populações afetadas.

A base jurídica construída no capítulo anterior permite compreender que a lesão ambiental minerária possui dimensão coletiva, social e intergeracional. Essa premissa ganha expressão concreta nas catástrofes socioambientais, pois a degradação deixa de ser conceito abstrato e passa a se manifestar como alteração profunda das condições de vida em territórios atingidos.

Mariana e Brumadinho tornaram-se marcos inevitáveis desse debate no Brasil. Não serão examinados como episódios de reconstrução cronológica, mas como ocorrências paradigmáticas que expuseram a dificuldade de prevenir danos de grande escala, organizar respostas institucionais tempestivas e assegurar recomposição proporcional à extensão dos prejuízos produzidos.

A relevância desses casos não reside somente na gravidade dos rompimentos de barragens. O que os torna juridicamente expressivos é a capacidade de revelar problemas estruturais: dependência territorial da exploração mineral, concentração informacional nas empresas, limites da fiscalização estatal, complexidade da prova, multiplicidade de vítimas e insuficiência de respostas fragmentadas.

Nos desastres minerários, a reparação integral assume conteúdo ampliado. Ela envolve recomposição ecológica, compensação ambiental, indenizações individuais, reconstrução de condições socioeconômicas, acompanhamento técnico permanente e participação das comunidades atingidas. Sem essa leitura, a resposta jurídica corre o risco de reduzir a catástrofe a passivo financeiro.

A restauração do equilíbrio ecológico deve ocupar posição prioritária sempre que tecnicamente possível. Rios, solos, vegetação, fauna, paisagens e serviços ecossistêmicos afetados não podem ser substituídos por valores monetários sem perda de densidade jurídica. O meio ambiente equilibrado possui função própria para a vida coletiva e para as gerações futuras.

Nem toda perda, contudo, admite retorno pleno ao estado anterior. Em ocorrências de grande magnitude, há danos irreversíveis, efeitos retardados e impactos que se prolongam por anos. Nesses casos, a compensação ambiental e as medidas socioeconômicas precisam ser proporcionais à extensão da lesão e acompanhadas por controle técnico independente.

A dimensão social da recomposição também exige atenção. Populações atingidas não experimentam a catástrofe somente como perda material. A degradação pode comprometer renda, moradia, saúde, trabalho, mobilidade, memória territorial e confiança nas instituições. Reparar, nessa perspectiva, significa reconstruir condições concretas de vida.

Os arranjos pós-desastre, incluindo acordos judiciais, fundações privadas, auditorias e programas compensatórios, precisam ser avaliados à luz dessa complexidade. A existência de instrumentos formais não garante efetividade. O que define sua legitimidade é a capacidade de produzir recomposição real, participação social e acompanhamento transparente dos resultados.

Este capítulo examina os desastres minerários como eventos jurídicos, ecológicos e institucionais de grande densidade. A análise parte da noção de catástrofe socioambiental como fenômeno complexo, avança para Mariana e Brumadinho como marcos da

crise reparatória brasileira e discute os limites das respostas centradas em indenizações ou estruturas formais de gestão.

A finalidade é demonstrar que a reparação integral exige resposta proporcional à multiplicidade de danos produzidos. Quando a exploração mineral converte risco em catástrofe socioambiental, o Direito deve operar como instrumento de recomposição ecológica, proteção das comunidades atingidas e controle institucional permanente da resposta reparatória.

Desastre ambiental minerário: evento, dano e responsabilidade

O desastre ambiental minerário deve ser compreendido como fenômeno jurídico complexo. Sua ocorrência não se limita ao rompimento de uma estrutura, ao vazamento de rejeitos ou à contaminação de determinado curso d'água. O evento revela a conversão de riscos organizados em degradação concreta.

A categoria de desastre exige leitura mais ampla do que a noção comum de acidente. O acidente sugere acontecimento pontual e delimitado. A catástrofe socioambiental, ao contrário, costuma resultar de processos acumulados, decisões técnicas, falhas de controle, omissões sucessivas e vulnerabilidades previamente existentes.

No setor mineral, essa distinção possui relevância direta. A exploração do subsolo envolve estruturas de contenção, disposição de rejeitos, sistemas de drenagem, monitoramento geotécnico, planos de emergência e decisões operacionais contínuas. Quando ocorre o evento lesivo, ele expõe a suficiência ou a fragilidade desses mecanismos.

O desastre não nasce no instante em que seus efeitos se tornam visíveis. Antes da ruptura, da contaminação ou da instabilidade extrema, há uma cadeia de escolhas técnicas e institucionais que organiza a exposição ao perigo. A ocorrência final revela aquilo que o empreendimento acumulou, tolerou ou não controlou adequadamente.

Carvalho compreende os desastres como eventos capazes de romper a normalidade social e institucional, exigindo respostas jurídicas que ultrapassem a lógica ordinária da reparação (Carvalho, 2020). Essa leitura permite situar os desastres minerários como acontecimentos que desorganizam ecossistemas, comunidades, administrações públicas e mecanismos tradicionais de controle.

O dano produzido por esses eventos não se restringe ao resultado físico imediato. A lama, a contaminação, a perda de vegetação ou a destruição de estruturas materiais são manifestações visíveis de um processo mais amplo de afetação socioambiental. Os efeitos seguem a dinâmica dos rios, dos solos, das relações sociais e das economias locais.

Nos desastres minerários, a responsabilidade jurídica exige examinar a relação entre atividade, organização do perigo, falha preventiva e extensão da lesão. O desastre passa a ser lido como materialização de um risco já incorporado à racionalidade da exploração mineral, que deveria ter sido identificado, monitorado e controlado antes da ruptura.

A Política Nacional de Segurança de Barragens confirma essa leitura ao tratar a segurança como dever permanente de gestão, monitoramento e controle. A Lei n. 12.334/2010, alterada pela Lei n. 14.066/2020, evidencia que estruturas com potencial de dano

exigem acompanhamento contínuo, classificação de risco e atenção ao dano potencial associado (Brasil, 2010; Brasil, 2020).

A existência de deveres prévios modifica a interpretação da catástrofe. O rompimento ou a falha grave representa a materialização de perigo juridicamente reconhecido. A resposta do Direito não pode limitar-se à mensuração posterior de prejuízos monetários, pois o evento atinge bens ecológicos, sociais e institucionais.

O desastre minerário também possui temporalidade própria. Seus efeitos não cessam quando a ruptura é contida ou quando obras emergenciais são executadas. A contaminação, a instabilidade de sedimentos, a perda de biodiversidade e a desorganização de modos de vida podem permanecer por anos.

Essa permanência exige compreender a reparação como processo acompanhado, e não como ato isolado. O evento inaugura um período de reconstrução ecológica, recomposição social, verificação técnica e controle institucional dos resultados produzidos pelas medidas adotadas.

A análise jurídica precisa considerar a vulnerabilidade dos territórios atingidos. Comunidades ribeirinhas, populações rurais, trabalhadores locais, moradores de áreas a jusante e grupos economicamente dependentes da cadeia extrativa podem experimentar perdas mais intensas e prolongadas.

Essa distribuição desigual dos efeitos impede tratar a catástrofe como evento homogêneo. A mesma ocorrência pode gerar afetações distintas conforme localização, renda, acesso à informação, dependência econômica, capacidade de deslocamento e vínculo cultural com o território.

O desastre ambiental minerário sintetiza os principais temas desenvolvidos até este ponto da obra. Ele envolve risco, dano, imputação, prova, vulnerabilidade e dever reparatório. Sua análise concreta permite verificar se os fundamentos jurídicos da responsabilidade civil ambiental conseguem produzir respostas proporcionais à magnitude da lesão.

A passagem do risco ao desastre revela que a exploração mineral não pode ser compreendida somente por seus títulos, licenças ou resultados econômicos. Sua legitimidade depende da capacidade de operar sem converter territórios e comunidades em zonas permanentes de exposição.

Mariana e Brumadinho expressam essa crise de modo paradigmático. Esses eventos permitem observar, em escala concreta, os limites da prevenção, da fiscalização, da resposta institucional e da recomposição socioambiental no setor mineral brasileiro.

Mariana e Brumadinho como marcos da crise reparatória brasileira

Mariana e Brumadinho ocupam lugar central na discussão brasileira sobre desastres minerários. Sua relevância não decorre somente da dimensão dos rompimentos, mas da capacidade de expor, em escala concreta, fragilidades preventivas, institucionais, territoriais e reparatórias do setor mineral.

O rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, ocorrido em 5 de novembro de 2015, foi reconhecido pelo Ibama como o maior desastre socioambiental do país no setor de mineração. Segundo o órgão, cerca de 45 milhões de metros cúbicos

de rejeitos foram lançados no ambiente, atingindo cursos d'água em Minas Gerais e no Espírito Santo (Ibama, 2016).

A magnitude do episódio não se expressa somente pelo volume de rejeitos. O deslocamento da lama pela bacia do Rio Doce evidenciou a capacidade de uma catástrofe minerária ultrapassar a área interna do empreendimento, atravessar territórios sucessivos e produzir efeitos encadeados sobre ecossistemas, economias locais e comunidades ribeirinhas.

O caso revelou a dificuldade de converter responsabilização formal em recomposição efetiva. A criação de estruturas reparatórias, programas ambientais e mecanismos de gestão não eliminou controvérsias sobre participação social, velocidade das respostas, suficiência das medidas adotadas e reconstrução das condições de vida nas áreas atingidas.

Brumadinho aprofundou essa percepção. O rompimento das barragens da Vale S.A., em 25 de janeiro de 2019, provocou danos sociais, ambientais e econômicos na bacia do Rio Paraopeba e em Minas Gerais, além de causar a morte de 272 pessoas, conforme informações institucionais do Governo de Minas Gerais.

A tragédia não reproduziu Mariana em termos fáticos, mas reforçou problema jurídico semelhante: a distância entre risco conhecido, controle preventivo e resposta proporcional. O evento demonstrou que normas, estruturas empresariais complexas e procedimentos técnicos não asseguram, por si, proteção suficiente.

O acordo judicial firmado em 2021 tornou-se um dos principais instrumentos formais de resposta ao desastre de Brumadinho. O Governo de Minas Gerais informa que o Acordo Judicial de Reparação Integral alcançou o valor de R\$

37.689.767.329,00, destinado a medidas de reparação, compensação e projetos vinculados aos danos produzidos (Minas Gerais, 2025).

Esse valor deve ser interpretado com cautela. A quantificação econômica revela a dimensão financeira do acordo, mas não comprova, isoladamente, recuperação ecológica, reconstrução territorial, reparação social ou restabelecimento da confiança das populações afetadas.

Os dois casos demonstram que a crise reparatória não se limita à existência de recursos, programas ou instrumentos formais. O ponto decisivo está na capacidade de transformar medidas pactuadas em resultados verificáveis, com controle técnico, transparência pública e participação efetiva dos grupos atingidos.

A comparação entre Mariana e Brumadinho revela permanências preocupantes. Em ambos, a lesão ultrapassou a esfera ambiental estrita e alcançou trabalho, renda, saúde, mobilidade, moradia, vínculos comunitários e organização territorial. A degradação ecológica projetou efeitos sobre a vida social em sentido amplo.

Também se observa a tensão entre gestão privada da reparação e controle público dos resultados. Fundações, acordos, auditorias e programas compensatórios podem constituir instrumentos relevantes, mas sua legitimidade depende da capacidade de responder às necessidades concretas dos territórios afetados.

A experiência brasileira indica que a reparação de catástrofes minerárias não pode ser tratada como procedimento linear. O processo envolve disputas técnicas, conflitos sobre critérios indenizatórios, divergências quanto à extensão da lesão, assimetrias

informativas e diferentes percepções comunitárias sobre o próprio sentido de reparar.

Esses elementos conferem valor paradigmático aos dois desastres. Eles demonstram que a catástrofe socioambiental desafia simultaneamente o Direito Ambiental, a regulação minerária, a responsabilidade civil, a gestão pública e a proteção de comunidades vulnerabilizadas.

A crise reparatória revelada por Mariana e Brumadinho nasce da dificuldade de produzir respostas integrais a danos que se espalham no espaço, prolongam-se no tempo e afetam bens ambientais, sociais e institucionais de modo interdependente.

Tais eventos devem ser lidos como advertências jurídicas. A reparação integral precisa superar a lógica do pagamento, da obra compensatória isolada ou da solução formalmente pactuada. A resposta adequada exige recomposição ecológica, compensação proporcional, proteção social e acompanhamento permanente.

A partir desses marcos, torna-se possível examinar com maior precisão a reparação integral em sua aplicação concreta. A distinção entre recomposição ambiental, compensação e indenização permite compreender por que desastres minerários exigem respostas articuladas, e não medidas fragmentadas ou predominantemente financeiras.

Reparação integral: recomposição ambiental, compensação e indenização

A reparação integral, aplicada aos desastres minerários, exige resposta proporcional à multiplicidade de efeitos produzidos. A catástrofe socioambiental não gera somente perdas econômicas,

pois compromete funções ecológicas, relações comunitárias, atividades produtivas, saúde coletiva, segurança territorial e confiança institucional.

Sua compreensão depende da distinção entre recomposição ambiental, compensação e indenização. Esses instrumentos não possuem a mesma função jurídica. A restauração busca reconstituir o bem lesado; as medidas compensatórias enfrentam perdas não plenamente reversíveis; a indenização responde a prejuízos economicamente mensuráveis.

A recomposição ecológica ocupa posição preferencial. Sempre que tecnicamente possível, rios, solos, vegetação, fauna, paisagens e serviços ecossistêmicos devem ser restaurados em sua funcionalidade. O pagamento de valores não substitui o retorno das condições ambientais necessárias à vida coletiva.

Nos eventos de grande magnitude, a recomposição ambiental enfrenta limites difíceis. A dispersão de rejeitos, a contaminação hídrica, o assoreamento, a perda de biodiversidade e a alteração de paisagens podem gerar efeitos duradouros. A restauração plena nem sempre será possível, sobretudo quando a degradação atinge sistemas ecológicos interdependentes.

A compensação ambiental surge precisamente nesse espaço de irreversibilidade ou recuperação limitada. Sua função é enfrentar perdas que não podem ser integralmente recompostas, mediante providências proporcionais à extensão da lesão. Não se trata de autorização para degradar, mas de resposta subsidiária diante de danos que ultrapassam a capacidade técnica de restauração direta.

A indenização possui campo próprio. Ela pode reparar perdas individuais, recompor danos econômicos, custear medidas emergenciais, assegurar suporte a famílias atingidas e financiar

programas voltados à reconstrução territorial. Sua relevância é incontestável, mas sua suficiência deve ser recusada quando o bem afetado possui natureza ecológica e coletiva.

Reduzir a resposta pós-desastre à indenização produziria distorção jurídica. A catástrofe minerária não se converte em problema resolvido pelo pagamento de valores, ainda que elevados. A dimensão financeira deve estar vinculada à reconstrução material, ecológica e social das condições atingidas.

A Constituição Federal de 1988 impõe ao explorador de recursos minerais o dever de recuperar o meio ambiente degradado, conforme solução técnica exigida pelo órgão competente (Brasil, 1988). Esse comando reforça a primazia da reconstituição ambiental, especialmente em setor cuja atividade incide diretamente sobre bens naturais sensíveis.

A Política Nacional do Meio Ambiente também sustenta essa leitura ao prever a obrigação de indenizar ou reparar os danos causados ao ambiente e a terceiros afetados (Brasil, 1981). A redação legal revela que o sistema jurídico não separa artificialmente a proteção ecológica e a tutela das pessoas atingidas.

Nos desastres minerários, a integração dessas dimensões é indispensável. A recuperação de um rio não pode ser pensada sem os grupos que dele dependem para trabalho, alimentação, mobilidade, memória e pertencimento territorial. A reparação social perde consistência quando desvinculada do ambiente que sustenta a vida comunitária.

Annelise Monteiro Steigleder ressalta que a responsabilidade civil ambiental se orienta prioritariamente pela restauração do equilíbrio ecológico, com adoção de medidas compensatórias quando a recomposição plena não puder ser alcançada (Steigleder,

2017). Essa formulação permite compreender a reparação integral como sistema articulado de respostas.

A combinação entre restauração, compensação e indenização exige planejamento técnico e controle institucional. Cada medida deve possuir finalidade definida, critério de execução, prazo, indicadores de resultado e mecanismos de revisão. Sem esses elementos, programas pós-desastre podem assumir aparência de cumprimento formal sem efetividade material.

O acompanhamento temporal é decisivo. Medidas ambientais podem exigir anos para demonstrar resultados, especialmente quando envolvem recuperação de vegetação, qualidade da água, estabilização de sedimentos, retorno de fauna ou reconstituição de atividades produtivas. A resposta reparatória não se encerra na assinatura de acordos.

A execução das medidas também deve considerar a participação das comunidades atingidas. A população afetada não pode ser tratada como destinatária passiva de decisões técnicas. Sua experiência territorial, suas perdas concretas e suas prioridades sociais integram a avaliação sobre a suficiência das providências adotadas.

Esse ponto é sensível em catástrofes minerárias. Muitas perdas não aparecem de imediato em planilhas financeiras, laudos ambientais ou cronogramas de obras. Modos de vida, vínculos comunitários, referências culturais e rotinas econômicas podem sofrer alterações profundas, embora nem sempre sejam captados por métricas tradicionais.

A reparação integral exige escuta institucional e leitura situada do território. O critério de suficiência não pode ser definido somente pelo empreendedor ou por estruturas técnicas distantes das

comunidades afetadas. A legitimidade da resposta depende de transparência, participação e verificação independentemente dos resultados.

Compensação e indenização também precisam evitar dupla insuficiência. Não podem ser tão restritas que invisibilizem perdas reais, nem tão genéricas que substituam a restauração ecológica por transferências monetárias desarticuladas. A proporcionalidade exige correspondência entre medida adotada, dano reconhecido e resultado esperado.

A experiência de Mariana e Brumadinho evidencia esse desafio. A existência de programas, acordos e valores expressivos não resolve, por si, a crise reparatória. O problema central está em verificar se tais instrumentos conseguem produzir recuperação ambiental, reconstrução socioeconômica e proteção efetiva das populações atingidas.

A reparação integral opera como critério de controle da resposta pós-desastre. Ela permite avaliar se a solução adotada enfrenta a totalidade dos efeitos produzidos ou se seleciona parcelas administrativamente mais manejáveis do dano. A catástrofe socioambiental não admite recomposição fragmentada.

A distinção entre recomposição, compensação e indenização revela que cada instrumento possui função própria, mas nenhum atua isoladamente com suficiência. A resposta adequada depende da articulação entre restauração ecológica, medidas proporcionais, suporte econômico e reconstrução das condições sociais afetadas.

Essa compreensão prepara a análise dos arranjos reparatórios formados após grandes desastres minerários. Acordos judiciais, fundações privadas, auditorias e programas de gestão pós-

desastre precisam ser examinados a partir de uma pergunta central: conseguem transformar obrigações formais em recomposição real e proteção efetiva dos territórios atingidos?

Acordos reparatórios, fundações privadas e limites da governança pós-desastre

Os desastres minerários de grande magnitude exigem estruturas reparatórias capazes de articular medidas ambientais, sociais, econômicas e institucionais. A complexidade dos danos impede que a resposta jurídica se limite a sentença condenatória isolada, indenização individual ou programa administrativo fragmentado.

Acordos judiciais, termos de ajustamento, fundações privadas, auditorias independentes e programas compensatórios podem organizar a resposta pós-desastre. Sua legitimidade, contudo, depende da capacidade de converter obrigações formais em recomposição verificável nos territórios atingidos.

O caso de Mariana tornou visível essa tensão. O Termo de Transação e Ajustamento de Conduta, firmado em 2016, estruturou 42 programas destinados à reparação dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão. A Fundação Renova passou a executar parte expressiva das medidas previstas nesse arranjo (Fundação Renova, [s. d.]).

A criação de uma entidade específica pode conferir continuidade administrativa, especialização técnica e capacidade operacional. O problema surge quando a execução das obrigações permanece excessivamente próxima dos agentes vinculados ao empreendimento lesivo, gerando questionamentos sobre

independência, transparência e centralidade das populações afetadas.

A reparação não pode ser avaliada pela existência formal de programas. O critério decisivo está na legitimidade das decisões, na participação dos grupos atingidos, na independência das avaliações técnicas e na capacidade de corrigir medidas insuficientes durante a execução.

Em Mariana, controvérsias sobre velocidade das respostas, alcance das medidas, reconhecimento de atingidos e efetividade dos programas demonstraram que estruturas sofisticadas podem conviver com percepção social de incompletude. A institucionalização da resposta não elimina conflitos sobre o próprio sentido de reparar.

Brumadinho seguiu caminho distinto, com acordo judicial firmado em 2021 entre o Estado de Minas Gerais, instituições de justiça e a Vale S.A. O instrumento assumiu dimensão financeira expressiva e foi apresentado como marco de reparação coletiva e difusa.

A magnitude econômica do acordo possui relevância, mas não encerra o problema jurídico. Valores elevados podem financiar projetos, compensações e políticas reparatórias, porém não comprovam, por si, recuperação ecológica, reconstrução socioeconômica ou restabelecimento da confiança das populações afetadas.

A experiência dos dois eventos revela que a administração da recomposição deve ser avaliada por sua efetividade material. Acordos, fundações, auditorias e programas indicam o início de uma resposta organizada, não seu cumprimento substancial.

O controle independente torna-se elemento indispensável. A qualidade da água, a recuperação de vegetação, o retorno de atividades produtivas, a segurança territorial e o cumprimento de metas exigem verificação externa, tecnicamente qualificada e acessível ao público.

A participação das comunidades atingidas também constitui requisito de legitimidade. Populações afetadas conhecem perdas que nem sempre aparecem em laudos, planilhas ou cronogramas. Sua escuta qualificada permite identificar danos invisibilizados, prioridades territoriais e insuficiências de programas formalmente instituídos.

O território afetado não é objeto passivo de intervenção administrativa. Ele reúne sujeitos, memórias, práticas econômicas, vínculos culturais e expectativas de reconstrução. Por isso, a gestão reparatória precisa incorporar a experiência concreta das comunidades, sem reduzi-las a destinatárias de decisões previamente definidas.

Fundações privadas e acordos judiciais podem exercer papel relevante quando submetidos a controle rigoroso. O risco está na substituição do interesse público por lógica gerencial, na qual metas administrativas passam a ocupar o lugar da recomposição socioambiental efetiva.

A resposta pós-desastre exige equilíbrio entre capacidade operacional e legitimidade social. Sem organização técnica, a reparação tende à dispersão. Sem participação, transparência e fiscalização independente, a estrutura criada pode se afastar das perdas concretas que deveria enfrentar.

Outro limite recorrente está na fragmentação dos programas. Medidas ambientais, sociais e econômicas podem ser

executadas por eixos separados, com indicadores próprios e pouca integração. Essa divisão facilita a administração, mas pode enfraquecer a compreensão unitária da catástrofe.

A recomposição de um rio não se separa da vida das comunidades que dele dependiam. A reconstrução de renda não se desconecta da recuperação do território. A compensação econômica perde densidade quando não dialoga com saúde, mobilidade, moradia, trabalho e pertencimento.

A governança reparatória precisa responder à integralidade da lesão. Isso exige metas verificáveis, transparência ativa, revisão periódica, participação das populações atingidas e mecanismos capazes de responsabilizar o descumprimento ou a insuficiência das medidas adotadas.

Mariana e Brumadinho demonstram que a questão central não está somente em criar instrumentos de resposta. O ponto decisivo consiste em assegurar que tais arranjos permaneçam vinculados ao dever de reparação integral, sem transformar a sofisticação institucional em substituto da recomposição efetiva.

A análise desses modelos prepara o fechamento do capítulo em torno da proteção das comunidades atingidas. A pergunta decisiva deixa de ser se há acordo, fundação ou programa, e passa a ser se tais instrumentos produzem reconstrução socioambiental concreta, acompanhada e juridicamente controlável.

Efetividade da reparação e proteção das comunidades atingidas

A efetividade da reparação em desastres minerários deve ser medida pela capacidade de recompor bens ambientais, restaurar

condições sociais e proteger comunidades expostas aos efeitos prolongados da degradação. A existência de acordos, programas ou valores financeiros não basta para demonstrar cumprimento material do dever reparatório.

A proteção das populações atingidas exige leitura territorial do dano. Comunidades ribeirinhas, trabalhadores locais, moradores de áreas a jusante, agricultores, pescadores e pequenos comerciantes podem sofrer perdas distintas, embora derivadas do mesmo evento lesivo. A reparação precisa reconhecer essa diversidade de impactos.

A catástrofe socioambiental altera mais do que a paisagem física. Ela interfere em renda, moradia, saúde, mobilidade, segurança alimentar, relações comunitárias e confiança institucional. Quando esses elementos são tratados de forma isolada, a resposta reparatória perde capacidade de reconstruir condições concretas de vida.

A participação das comunidades constitui requisito de efetividade. Quem vive o território afetado identifica perdas que nem sempre aparecem em relatórios técnicos ou indicadores administrativos. A escuta qualificada permite ajustar programas, reconhecer danos invisibilizados e corrigir respostas insuficientes.

Essa participação não deve ser simbólica. A população atingida precisa ter acesso compreensível às informações, possibilidade real de manifestação, canais de contestação e influência sobre prioridades reparatórias. Sem esses elementos, a governança da recomposição tende a reproduzir assimetrias entre empresas, instituições e grupos vulnerabilizados.

A transparência também ocupa posição central. Planos, metas, prazos, auditorias, relatórios e critérios de indenização devem ser acessíveis e inteligíveis. A linguagem técnica não pode funcionar

como barreira de exclusão, pois o direito à informação integra a proteção dos territórios afetados.

A efetividade reparatória depende de acompanhamento temporal. Certas perdas ambientais e sociais não se revelam de imediato. A contaminação hídrica, a insegurança alimentar, o adoecimento, a desorganização econômica e a ruptura de vínculos territoriais podem aparecer ou se intensificar ao longo dos anos.

Essa permanência impede tratar a reparação como etapa administrativa encerrada por cronograma. A resposta adequada exige revisão periódica, avaliação de resultados, correção de insuficiências e manutenção de responsabilidades enquanto persistirem efeitos relevantes da lesão.

A recomposição ambiental deve dialogar com a reconstrução social. Restaurar vegetação, monitorar águas ou estabilizar áreas degradadas possui valor próprio, mas a recuperação do território permanece incompleta quando as comunidades não conseguem retomar formas dignas de trabalho, deslocamento, moradia e pertencimento.

A proteção das populações afetadas também demanda atenção às desigualdades internas. Crianças, idosos, pessoas com deficiência, trabalhadores informais, comunidades tradicionais e famílias sem segurança econômica podem experimentar efeitos mais severos. A reparação uniforme tende a invisibilizar vulnerabilidades concretas.

A indenização individual, embora necessária, não resolve integralmente esse quadro. Valores pagos podem compensar determinadas perdas, mas não restituem automaticamente vínculos comunitários, saúde ambiental, segurança hídrica ou confiança nas

instituições. A resposta jurídica precisa articular compensação econômica e reconstrução socioambiental.

A efetividade da reparação exige critérios verificáveis. Não basta afirmar que medidas foram executadas; é necessário demonstrar que produziram resultados compatíveis com a extensão da lesão. Indicadores ambientais, sociais, econômicos e territoriais devem ser acompanhados com independência técnica e controle público.

A insuficiência de determinada medida deve gerar revisão, não encerramento formal do dever reparatório. Quando programas não alcançam seus objetivos, a resposta jurídica precisa admitir correções, ampliação de escopo e responsabilização por descumprimentos. A reparação integral não se satisfaz com cumprimento aparente.

A experiência de grandes desastres minerários mostra que comunidades atingidas frequentemente disputam reconhecimento. A definição de quem é atingido, quais danos devem ser reparados e que critérios serão usados para mensurar perdas torna-se campo de conflito. A proteção jurídica exige que esses critérios não sejam estreitos a ponto de excluir experiências reais de afetação.

A centralidade das comunidades não enfraquece a dimensão ecológica da reparação. Ao contrário, revela que ambiente e vida social são inseparáveis em territórios afetados pela exploração mineral. O rio degradado, o solo contaminado ou a paisagem destruída não representam somente bens naturais, mas suportes concretos de existência.

A efetividade reparatória depende da integração entre recomposição ecológica, compensação proporcional, indenização adequada, participação social e monitoramento contínuo. A

fragmentação desses elementos produz respostas parciais, incapazes de enfrentar a densidade do dano socioambiental.

Esse entendimento reforça que reparar não significa encerrar administrativamente um passivo. Significa reconstruir, na medida do possível, as condições ambientais e sociais comprometidas, com atenção à duração dos efeitos e às vulnerabilidades dos grupos atingidos.

A análise dos desastres minerários evidencia que respostas formais não bastam quando deixam de produzir resultados concretos. Mariana e Brumadinho revelam que a reparação integral exige mais do que pactos, programas e valores expressivos; exige recomposição verificável, controle independente e proteção territorial contínua.

Esse percurso conduz ao debate sobre tutela coletiva e atuação institucional. A responsabilização das mineradoras depende de instrumentos jurídicos capazes de proteger bens difusos, fiscalizar obrigações, ouvir comunidades e assegurar que a resposta reparatória permaneça vinculada ao interesse público.

Tutela coletiva, Ministério Público e responsabilização das mineradoras

A responsabilização das mineradoras em desastres ambientais exige instrumentos jurídicos compatíveis com a natureza difusa do bem lesado, a amplitude territorial dos impactos e a multiplicidade de sujeitos atingidos. Respostas individuais ou dispersas tendem a fragmentar a proteção, reduzindo a complexidade socioambiental a perdas isoladas.

A tutela coletiva assume papel estruturante nesse cenário. Quando a degradação alcança rios, solos, fauna, flora, comunidades, atividades produtivas e modos de vida vinculados ao território, a resposta jurídica precisa preservar a unidade do dano sem ignorar a diversidade de seus efeitos. O meio ambiente ecologicamente equilibrado, qualificado como bem de uso comum do povo, reclama proteção compatível com sua titularidade transindividual (Brasil, 1988).

A Lei n. 7.347/1985 fornece um dos principais instrumentos dessa proteção ao disciplinar a ação civil pública para responsabilização por danos causados ao meio ambiente e a outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1985). No setor mineral, essa via permite deslocar a controvérsia do plano atomizado para uma defesa integrada do bem comum.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça essa arquitetura ao impor ao poluidor a obrigação de recuperar ou indenizar os danos causados, independentemente de culpa, nos termos do regime jurídico ambiental (Brasil, 1981). Essa previsão

adquire maior densidade quando associada a instrumentos capazes de alcançar bens indivisíveis, comunidades expostas e territórios afetados por empreendimentos de alto risco.

O Ministério Público ocupa posição institucional relevante nessa engrenagem. A Constituição Federal atribui-lhe a promoção do inquérito civil e da ação civil pública para proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1988). Essa legitimidade confere densidade pública à responsabilização das mineradoras.

A atuação ministerial, contudo, não se esgota no ajuizamento de demandas. Em matéria socioambiental, pode envolver apuração técnica, requisição de informações, celebração de compromissos de ajustamento, fiscalização de obrigações e controle da suficiência das providências reparatórias. O desafio jurídico está em converter instrumentos formais em recomposição verificável.

Este capítulo examina a tutela coletiva como meio de transformar a responsabilidade civil ambiental em proteção efetiva. A análise concentra-se na atuação do Ministério Público e nos mecanismos de responsabilização das mineradoras, sem retomar a teoria geral do dano ambiental nem repetir a análise dos desastres já desenvolvida nos capítulos anteriores.

A finalidade é demonstrar que a resposta jurídica não se encerra na identificação do poluidor, na assinatura de acordos ou na fixação de valores. Sua efetividade depende de investigação qualificada, defesa transindividual, controle público, participação social e fiscalização permanente das obrigações assumidas.

Tutela coletiva ambiental e proteção de bens difusos

A tutela coletiva ambiental nasce da insuficiência das respostas individualizadas diante de lesões que atingem bens indivisíveis. Nos desastres minerários, a degradação não se limita a pessoas determinadas, pois alcança sistemas ecológicos, territórios, comunidades e formas de vida relacionadas ao ambiente.

O meio ambiente equilibrado possui natureza difusa porque pertence à coletividade e não pode ser apropriado por titular singular. A Constituição Federal o qualifica como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo deveres de proteção ao poder público e à sociedade (Brasil, 1988).

Essa configuração impede que a lesão socioambiental seja tratada como soma simples de prejuízos privados. Embora um mesmo evento produza perdas individuais, sua matriz permanece transindividual. A contaminação de um rio, a destruição de uma área ou a dispersão de rejeitos atinge um bem comum, funcionalmente ligado à vida coletiva.

A Lei n. 7.347/1985 consolidou essa racionalidade ao disciplinar a ação civil pública para responsabilização por danos causados ao meio ambiente e a outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1985). Sua importância reside em permitir que a proteção ambiental seja buscada de modo unitário, sem dispersão em demandas isoladas.

No campo minerário, a defesa coletiva possui relevância acentuada. Os impactos de uma catástrofe podem atravessar municípios, bacias hidrográficas, áreas rurais, centros urbanos, atividades produtivas e comunidades vulnerabilizadas. A resposta jurisdicional ou extrajudicial precisa acompanhar essa extensão territorial e social.

Em ocorrências dessa natureza, coexistem interesse difuso na recomposição ecológica, interesse coletivo de grupos atingidos por determinada estrutura e perdas individuais decorrentes de origem comum. A força da proteção transindividual está em articular essas dimensões sem dissolver a unidade do evento lesivo.

O processo coletivo permite reunir recuperação ambiental, compensação, obrigações de fazer, indenizações e medidas de proteção territorial em um mesmo eixo de imputação. Essa estrutura evita que a fragmentação dos atingidos enfraqueça a tutela do bem ambiental.

Em contextos marcados por assimetria econômica, dificuldade de acesso à informação e complexidade técnica, a defesa individual tende a ser insuficiente diante de grandes empreendimentos extrativos. A proteção difusa oferece maior capacidade de organização probatória, exigência de transparência e controle das providências reparatórias.

A tutela ambiental coletiva também favorece respostas com alcance futuro. A proteção do bem comum não se restringe à reparação de perdas consumadas, pois pode impor medidas preventivas, monitoramento contínuo, recuperação de áreas degradadas e deveres destinados a impedir a repetição do processo lesivo.

Mazzilli compreende a tutela coletiva como instrumento de defesa de interesses que ultrapassam titulares individualmente considerados, especialmente quando a lesão atinge bens indivisíveis ou grupos relacionados por uma mesma situação jurídica (Mazzilli, 2019). Essa leitura ajusta-se aos conflitos ambientais de matriz minerária.

A dimensão coletiva do dano não elimina a atenção às pessoas concretamente afetadas. Permite reconhecer que perdas individuais, comunitárias e ecológicas podem decorrer de uma mesma origem e precisam ser tratadas de forma coordenada. A fragmentação artificial empobrece a resposta reparatória.

A defesa transindividual também possui função democrática. Ao deslocar a discussão para o campo dos interesses difusos, impede que a recomposição do bem comum dependa da iniciativa isolada de indivíduos expostos a vulnerabilidade técnica, econômica ou territorial.

Essa função torna-se sensível quando os atingidos enfrentam dificuldade de produzir prova, compreender dados especializados ou contestar critérios definidos por empresas. A via coletiva permite organizar informações, concentrar demandas, exigir transparência e submeter deveres reparatórios a controle público.

A proteção de bens difusos, no setor mineral, não se resume à abertura de uma ação judicial. Expressa uma racionalidade jurídica voltada à preservação da unidade do ambiente e à reconstrução das condições de vida afetadas. O processo coletivo é instrumento; o fim permanece sendo a recomposição verificável do bem lesado.

A tutela coletiva transforma a responsabilidade ambiental em mecanismo de proteção estruturada. Sua relevância está em enfrentar a escala da lesão, a dispersão dos atingidos e a complexidade técnica da recomposição, preparando a análise da atuação institucional do Ministério Público.

Ministério Público e defesa institucional do meio ambiente

O Ministério Público ocupa posição central na defesa institucional do meio ambiente. Sua atuação decorre de função constitucional vinculada à proteção da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis (Brasil, 1988).

No campo socioambiental, essa atribuição ganha densidade própria. O meio ambiente equilibrado possui titularidade difusa, relevância intergeracional e conexão direta com a dignidade coletiva. Sua defesa exige instituição capaz de atuar para além de interesses particulares isolados.

A Constituição Federal atribui ao Ministério Público a promoção do inquérito civil e da ação civil pública para proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1988). Esse comando oferece base constitucional à atuação ministerial em conflitos minerários de grande escala.

A Lei n. 7.347/1985 reforça essa legitimidade ao incluir o Ministério Público entre os legitimados para propor ação civil pública em matéria ambiental (Brasil, 1985). A norma permite que a responsabilização das mineradoras seja buscada em perspectiva coletiva, com alcance compatível com a extensão da lesão.

A intervenção ministerial possui relevância especial diante da assimetria entre grandes empreendimentos e populações atingidas. Empresas do setor extrativo concentram informações técnicas, recursos econômicos, consultorias especializadas e domínio sobre dados operacionais. Comunidades afetadas, em regra, enfrentam maiores obstáculos para produzir prova e contestar critérios empresariais.

Hugo Nigro Mazzilli observa que a atuação do Ministério Público em interesses transindividuais se justifica pela necessidade de defesa de bens que não pertencem a sujeitos individualmente determinados, mas à coletividade ou a grupos socialmente relacionados (Mazzilli, 2019). Essa leitura se ajusta aos conflitos produzidos pela exploração mineral.

A atuação institucional deve evitar dois extremos. Não pode substituir a escuta das comunidades atingidas por decisões técnicas centralizadas, nem renunciar à condução jurídica necessária quando a lesão ultrapassa a capacidade individual de reação. A defesa do bem comum exige equilíbrio entre autoridade pública, técnica e participação social.

O Ministério Público também exerce função de continuidade. A reparação ambiental não se encerra em decisão judicial, assinatura de acordo ou pagamento de valores. Obrigações de recomposição, monitoramento, compensação e proteção social exigem acompanhamento persistente, com possibilidade de revisão diante de resultados insuficientes.

Essa permanência distingue a defesa institucional em matéria ambiental. O desastre produz efeitos que se prolongam no tempo, enquanto a recomposição depende de metas verificáveis, dados técnicos e controle público. A proteção coletiva precisa acompanhar a duração real da lesão, não somente o calendário formal dos instrumentos pactuados.

Na tutela coletiva ambiental, a legitimidade ministerial não se reduz ao ingresso em juízo. Sua força está na capacidade de articular investigação, negociação, litigância estratégica e fiscalização em torno de um mesmo objetivo: assegurar que a responsabilização

das mineradoras produza recomposição verificável e proteção efetiva das populações atingidas.

Essa função prepara o exame do inquérito civil como instrumento de apuração técnica. Antes da demanda judicial ou da celebração de compromissos, a defesa coletiva depende de base informacional consistente, capaz de enfrentar a complexidade probatória dos danos ambientais minerários.

Inquérito civil, prova técnica e assimetria informacional

O inquérito civil ocupa lugar estratégico na tutela coletiva ambiental porque permite organizar, antes da judicialização, uma base informacional segura sobre a extensão da lesão, os sujeitos envolvidos e as providências necessárias à recomposição do bem afetado.

A Constituição Federal atribui ao Ministério Público a função de promover o inquérito civil e a ação civil pública para proteção do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1988). Essa previsão transforma a investigação ministerial em instrumento constitucional de defesa transindividual.

A Lei n. 7.347/1985 reforça essa atribuição ao autorizar o Ministério Público a instaurar inquérito civil, requisitar certidões, informações, exames ou perícias de organismos públicos ou particulares, dentro do prazo assinalado pela instituição (Brasil, 1985). Essa competência é decisiva em conflitos ambientais tecnicamente complexos.

Nos desastres minerários, a apuração não se limita à identificação formal do empreendedor. É necessário compreender a dinâmica do evento, o funcionamento das estruturas de contenção,

os sistemas de monitoramento, os relatórios de estabilidade, os planos de emergência e a cadeia de decisões administrativas que antecederam a ruptura ou agravaram seus efeitos.

Essa investigação exige diálogo entre direito, engenharia, geologia, hidrologia, saúde pública, assistência social e análise territorial. A lesão socioambiental não se revela integralmente por documentos empresariais ou relatos isolados. Sua compreensão depende da articulação entre prova especializada, informação institucional e escuta dos grupos atingidos.

A assimetria informacional constitui um dos maiores obstáculos à responsabilização das mineradoras. Grandes empreendimentos concentram dados operacionais, estudos internos, consultorias especializadas e histórico de monitoramento das estruturas. Os grupos afetados, em regra, têm acesso tardio, incompleto ou mediado às informações necessárias para compreender a extensão do risco e da lesão.

O inquérito civil contribui para reduzir essa desigualdade ao permitir requisição formal de documentos, convocação de agentes públicos e privados, coleta de elementos técnicos e acompanhamento de medidas emergenciais. Sua utilidade está em transformar dados dispersos em base probatória organizada.

Essa função investigativa também impede que a narrativa empresarial sobre o evento se imponha como versão única. Em matéria ambiental, a prova precisa ser submetida a controle público, confronto técnico e verificação independente, especialmente quando envolve atividades de alto risco e populações expostas a vulnerabilidades territoriais.

A produção probatória no inquérito civil não deve ser compreendida como etapa meramente preparatória. Ela pode

orientar recomendações, medidas emergenciais, compromissos de ajustamento, pedidos judiciais e fiscalização posterior dos deveres assumidos. A apuração qualificada aumenta a consistência da resposta coletiva.

Mazzilli observa que o inquérito civil constitui instrumento administrativo presidido pelo Ministério Público, voltado à colheita de elementos para formação de convencimento sobre a existência de lesão a interesses transindividuais e sobre as medidas cabíveis à sua defesa (Mazzilli, 2019). A função preventiva da tutela coletiva reforça sua relevância em matéria ambiental.

Nos conflitos minerários, a qualidade da apuração interfere diretamente na efetividade da reparação. Sem dados consistentes sobre extensão territorial, impactos ecológicos, perdas comunitárias e responsabilidades técnicas, acordos e decisões judiciais podem resultar em deveres genéricos, insuficientes ou de difícil fiscalização.

A investigação ministerial também precisa enfrentar a temporalidade prolongada da lesão. O impacto de rejeitos, contaminações, alterações hidrológicas e perdas socioeconômicas não se esgota no momento do desastre. O procedimento pode registrar a evolução dos efeitos, exigir novos dados e ajustar a compreensão institucional conforme a realidade se transforma.

A prova técnica, nesse contexto, não substitui a experiência das comunidades atingidas. Relatos sobre perda de renda, interrupção de práticas culturais, alteração do cotidiano, insegurança territorial e ruptura de vínculos com rios e áreas produtivas revelam dimensões que documentos especializados isolados não alcançam.

A força do inquérito civil está na possibilidade de reunir essas camadas de informação. Quando bem conduzido, permite que perícias, relatórios, documentos empresariais, dados públicos e

manifestações sociais componham uma visão mais precisa da lesão ambiental e de suas consequências.

Essa base prepara a responsabilização judicial ou extrajudicial das mineradoras. Antes de propor ação civil pública ou firmar compromisso de ajustamento, a atuação institucional precisa conhecer a extensão da lesão, os riscos remanescentes, os sujeitos afetados e as providências necessárias à recomposição verificável.

O inquérito civil, portanto, não é simples expediente administrativo. Em desastres ambientais minerários, representa instrumento de reconstrução técnica, jurídica e social do dano, capaz de enfrentar a assimetria informacional e orientar respostas coletivas mais consistentes.

Ação civil pública e responsabilização judicial das mineradoras

A ação civil pública constitui uma das principais vias judiciais de defesa transindividual em matéria ambiental. Sua relevância decorre da possibilidade de submeter lesões difusas, coletivas e individuais homogêneas a uma resposta jurisdicional capaz de ultrapassar a lógica da demanda isolada.

No campo minerário, esse processo coletivo assume especial densidade. Os impactos decorrentes de grandes empreendimentos extrativos costumam atingir bens ecológicos, comunidades, atividades econômicas e territórios inteiros. A judicialização concentrada permite reunir essas dimensões em uma mesma estrutura de imputação.

A Lei n. 7.347/1985 disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados ao meio

ambiente e a outros interesses difusos ou coletivos (Brasil, 1985). Essa previsão autoriza a utilização da demanda coletiva para buscar recuperação ambiental, indenização, obrigações de fazer e medidas destinadas à cessação ou prevenção da lesão.

A Política Nacional do Meio Ambiente estabelece que o poluidor é obrigado a recuperar ou indenizar os danos causados, independentemente de culpa, conforme o regime jurídico ambiental (Brasil, 1981). A ação civil pública fornece o canal processual para converter esse dever material em comandos judiciais exigíveis.

A Constituição Federal também sustenta essa arquitetura ao atribuir ao Ministério Público a promoção da ação civil pública para proteção do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos (Brasil, 1988). A legitimidade ministerial reforça o caráter público da responsabilização, especialmente quando a lesão compromete bens de titularidade transindividual.

A demanda ambiental coletiva não deve ser compreendida somente como meio de obtenção de indenização. Em desastres minerários, sua função pode abranger recomposição ecológica, recuperação de áreas degradadas, monitoramento técnico, medidas emergenciais, reassentamento, proteção de grupos atingidos e controle judicial de deveres reparatórios.

Essa amplitude decorre da própria natureza da lesão. Quando o evento compromete recursos naturais, condições de vida e segurança territorial, a resposta jurisdicional precisa ordenar providências compatíveis com a complexidade do impacto. A condenação pecuniária isolada tende a ser insuficiente.

O processo coletivo também permite enfrentar a dispersão de sujeitos afetados. Em vez de multiplicar demandas individuais com resultados fragmentados, organiza a controvérsia em torno do

bem comum lesado, sem impedir que perdas individuais recebam tratamento próprio quando necessário.

Nos conflitos envolvendo mineradoras, essa concentração possui valor estratégico. Grandes empresas dispõem de recursos técnicos, jurídicos e econômicos superiores aos de comunidades atingidas. A defesa transindividual reduz a desigualdade de acesso à jurisdição e fortalece a exigência de respostas proporcionais à extensão da lesão.

A efetividade do provimento judicial depende, contudo, da qualidade da prova produzida e da precisão dos pedidos formulados. Comandos genéricos podem dificultar cumprimento, fiscalização e avaliação dos resultados. Por isso, a fase investigativa anterior possui função decisiva na estruturação da demanda.

Mazzilli destaca que a ação civil pública se consolidou como instrumento de defesa de interesses transindividuais, voltado à proteção de bens que não podem ser adequadamente tutelados por iniciativas individuais dispersas (Mazzilli, 2019). Essa compreensão dialoga diretamente com os litígios socioambientais de matriz minerária.

A judicialização coletiva também pode cumprir função preventiva. A Lei n. 7.347/1985 admite ação destinada a evitar danos ao meio ambiente e a outros bens protegidos, permitindo atuação antes da consumação ou do agravamento da lesão (Brasil, 1985). Em atividades de alto risco, essa dimensão possui relevância particular.

No setor extrativo, a prevenção judicial pode envolver exigência de documentos, suspensão de condutas, adequação de estruturas, implementação de planos de segurança, auditorias independentes e providências voltadas à proteção de comunidades

expostas. A demanda coletiva, nesse sentido, não atua somente depois da catástrofe.

A responsabilização judicial das mineradoras exige equilíbrio entre técnica e comando jurídico. Decisões ambientais precisam ser suficientemente claras para orientar a conduta empresarial, permitir fiscalização institucional e assegurar recomposição verificável do bem atingido.

A ação civil pública transforma a responsabilidade ambiental em ordem judicial coletiva. Sua importância está em concentrar a defesa do bem comum, enfrentar a desigualdade processual, impor deveres reparatórios e preventivos e submeter a atividade minerária ao controle jurisdicional quando a proteção administrativa ou extrajudicial se revela insuficiente.

Termos de ajustamento de conduta, acordos e fiscalização de obrigações reparatórias

Os termos de ajustamento de conduta ocupam lugar relevante na tutela coletiva ambiental porque permitem respostas extrajudiciais diante de lesões ou riscos ao bem comum. Sua utilidade está em formalizar deveres exigíveis, sem depender, em todos os casos, da tramitação integral de uma demanda judicial.

A Lei n. 7.347/1985 autoriza os órgãos públicos legitimados a tomar dos interessados compromisso de ajustamento de sua conduta às exigências legais, mediante cominações, conferindo ao instrumento eficácia de título executivo extrajudicial (Brasil, 1985). Essa previsão atribui densidade jurídica ao ajuste firmado e permite sua execução em caso de descumprimento.

No setor minerário, o pacto extrajudicial pode assumir função estratégica quando a resposta institucional precisa ser célere, tecnicamente orientada e compatível com a extensão da lesão. Medidas de recuperação ecológica, monitoramento, compensação, assistência a grupos atingidos e produção de dados podem ser pactuadas com maior precisão quando há base probatória consistente.

A força do título, contudo, não reside em sua assinatura. Sua efetividade depende da qualidade das medidas assumidas, da clareza das metas, da definição de prazos, da previsão de sanções e da existência de mecanismos independentes de verificação. Sem esses elementos, o ajuste pode produzir aparência de resposta sem resultado concreto.

Em matéria minerária, acordos ambientais devem ser avaliados pela capacidade de reorganizar a proteção do bem lesado. Valores financeiros, por si sós, não asseguram recuperação ecológica nem reconstrução das condições de vida afetadas. A resposta pactuada precisa indicar o que será recuperado, como será executado, em que prazo e sob qual forma de acompanhamento.

A necessidade de acompanhamento contínuo ganha relevo porque desastres ambientais produzem efeitos prolongados. Alterações em cursos d'água, contaminação, perda de áreas produtivas, deslocamentos sociais e ruptura de vínculos territoriais não se resolvem com providências imediatas. O acompanhamento técnico precisa observar a evolução do quadro e permitir revisão institucional quando as medidas se revelarem insuficientes.

O ajustamento de conduta também não deve substituir a participação social. Comunidades atingidas precisam ter acesso a informações compreensíveis, canais de manifestação e mecanismos

de acompanhamento das providências que afetam seu território. A proteção transindividual perde densidade democrática quando soluções são construídas sem escuta dos grupos diretamente impactados.

Nos conflitos envolvendo grandes empreendimentos extrativos, a assimetria técnica pode comprometer a própria negociação. Empresas detêm relatórios, consultorias, dados operacionais e capacidade de formular propostas complexas. Por isso, o órgão legitimado precisa atuar com apoio técnico, controle documental e critérios verificáveis, evitando cláusulas genéricas ou dependentes de autodeclaração empresarial.

Mazzilli observa que o compromisso de ajustamento de conduta permite solução extrajudicial para a defesa de interesses transindividuais, desde que conduza a obrigações compatíveis com a ordem jurídica e com a proteção do bem tutelado (Mazzilli, 2019). Essa leitura impede compreender o TAC como simples negociação privada.

A natureza coletiva do bem ambiental impõe limites à transação. Não se trata de dispor livremente do direito lesado, mas de ajustar a conduta do responsável às exigências legais e à recomposição possível do interesse protegido. A consensualidade, nesse campo, deve servir à efetividade da tutela, não à redução indevida do dever reparatório.

A fiscalização das medidas assumidas é etapa decisiva. Programas reparatórios, cronogramas, metas ambientais, providências compensatórias e ações voltadas às populações atingidas precisam ser acompanhados por indicadores, relatórios públicos, auditorias técnicas e possibilidade de revisão institucional.

Quando há descumprimento, a eficácia executiva do título permite acionar judicialmente os deveres pactuados. Essa característica diferencia o termo de ajustamento de mera promessa administrativa, pois sua força jurídica está vinculada à exigibilidade das providências assumidas (Brasil, 1985).

A experiência dos desastres minerários demonstra que a etapa posterior à celebração do ajuste costuma ser a mais sensível. O desafio desloca-se da formulação das cláusulas para a verificação de resultados, a correção de falhas e a preservação do interesse público diante de atrasos, omissões ou respostas insuficientes.

TACs e acordos podem contribuir para a responsabilização ambiental das mineradoras quando estruturados com rigor técnico e submetidos a controle público. Sem acompanhamento contínuo, participação social e transparência, tornam-se instrumentos frágeis, incapazes de assegurar recomposição verificável.

O termo de ajustamento de conduta, portanto, deve ser compreendido como instrumento de responsabilização coletiva, não como encerramento formal do conflito. Sua legitimidade depende da capacidade de converter deveres escritos em resultados ambientais, sociais e territoriais compatíveis com a extensão da lesão.

Efetividade da tutela coletiva e controle público da reparação

A tutela coletiva ambiental somente alcança densidade jurídica quando seus instrumentos produzem resultados verificáveis. Procedimentos investigatórios, demandas judiciais e compromissos extrajudiciais perdem força quando as medidas assumidas não são acompanhadas, avaliadas e corrigidas ao longo do tempo.

Nos desastres minerários, a resposta coletiva precisa converter comandos jurídicos em recomposição ecológica, proteção social e reorganização das condições de vida afetadas. A lesão socioambiental possui duração prolongada, razão pela qual sua reparação não pode ser medida por atos formais ou registros de cumprimento parcial.

A Constituição Federal impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988). Essa dimensão intergeracional exige que a resposta reparatória seja compreendida como processo contínuo de monitoramento, controle técnico e preservação do bem comum.

A Lei n. 6.938/1981 reforça essa lógica ao vincular o poluidor à obrigação de recuperar ou indenizar os danos causados, independentemente de culpa (Brasil, 1981). No setor mineral, esse dever reclama acompanhamento capaz de verificar se as providências adotadas correspondem à extensão da degradação produzida.

O controle público impede que acordos, decisões judiciais ou programas empresariais se convertam em respostas autodeclaratórias. A reparação precisa estar submetida à fiscalização institucional, auditoria técnica, transparência documental e participação dos grupos atingidos.

A avaliação da reparação demanda critérios objetivos. Programas de recuperação ambiental, compensação, reassentamento, indenização, monitoramento hídrico e assistência social devem apresentar metas, prazos, indicadores e mecanismos de revisão. Sem parâmetros aferíveis, a tutela perde consistência jurídica.

A participação social ocupa lugar central nesse processo. Comunidades atingidas não podem ser tratadas como destinatárias passivas de medidas definidas por empresas ou instituições. Sua experiência concreta revela impactos cotidianos, perdas territoriais, inseguranças persistentes e formas de dano que relatórios técnicos isolados nem sempre captam.

A efetividade da proteção transindividual depende da articulação entre conhecimento especializado e escuta social. Perícias, estudos ambientais e auditorias independentes precisam dialogar com a realidade dos territórios, sob pena de produzirem respostas formalmente consistentes, porém distantes da vida afetada.

O Ministério Público, nesse cenário, exerce função de acompanhamento permanente. Sua atuação não se encerra na propositura da ação civil pública ou na assinatura de termo de ajustamento. A defesa coletiva exige vigilância sobre o cumprimento das providências, a suficiência dos resultados e a necessidade de revisão diante de falhas ou omissões.

Mazzilli observa que a tutela de interesses transindividuais reclama instrumentos capazes de proteger bens que ultrapassam a esfera de titulares individualizados, sobretudo quando a lesão compromete grupos e valores coletivos (Mazzilli, 2019). Essa compreensão reforça a necessidade de fiscalização continuada em conflitos ambientais de grande escala.

Nos empreendimentos minerários, o controle da reparação deve considerar a complexidade técnica da atividade e a desigualdade entre os sujeitos envolvidos. Empresas responsáveis pela lesão costumam deter maior domínio sobre dados, metodologias e cronogramas. A supervisão pública impede que a

execução das medidas dependa da avaliação unilateral do próprio causador do dano.

A resposta coletiva também deve preservar coerência entre recomposição ambiental e proteção das pessoas atingidas. A recuperação ecológica não pode ser separada da reconstrução das condições materiais, sociais e territoriais afetadas pelo desastre. A tutela do bem comum envolve o ambiente e as formas de vida que dele dependem.

Essa compreensão impede reduzir a reparação à compensação financeira. Valores indenizatórios podem integrar a resposta jurídica, mas não substituem recuperação de áreas degradadas, restabelecimento de serviços essenciais, segurança territorial, monitoramento ambiental e acesso qualificado à informação.

A efetividade da defesa transindividual exige memória institucional. Desastres minerários revelam falhas que precisam ser registradas, avaliadas e convertidas em parâmetros para atuações futuras. A ausência de aprendizado jurídico e regulatório favorece a repetição de riscos já conhecidos.

A proteção coletiva, portanto, não termina com decisão judicial, acordo ou cumprimento parcial de programas. Ela exige permanência institucional, controle técnico, participação social e revisão das providências quando a realidade demonstrar insuficiência da resposta adotada.

A responsabilização das mineradoras depende de instrumentos capazes de transformar investigação, judicialização, pactuação e fiscalização em proteção efetiva dos bens coletivos atingidos. Inquérito civil, ação civil pública e compromissos de ajustamento somente cumprem sua função quando produzem

obrigações verificáveis, controle continuado e correção de falhas durante a execução reparatória.

Essa base conduz ao plano preventivo da obra, no qual governança socioambiental, transparência e gestão jurídica do risco minerário passam a ser examinadas como dimensões indispensáveis à contenção de danos futuros.

Prevenção, governança socioambiental e gestão jurídica do risco mineral

A responsabilidade civil das mineradoras em desastres ambientais não pode permanecer limitada à resposta posterior ao dano consumado. Em atividades de alto potencial lesivo, a reparação integral conserva função indispensável, mas não substitui o dever jurídico de evitar lesões previsíveis, monitoráveis e vinculadas à própria organização do empreendimento.

A exploração mineral opera sobre estruturas técnicas complexas, capazes de produzir impactos ecológicos, sociais, territoriais e econômicos de grande extensão. O controle jurídico do setor, por isso, não se esgota na imputação posterior de deveres reparatórios. A gestão antecipada dos riscos integra o conteúdo da proteção ambiental exigida pelo ordenamento brasileiro.

A Constituição Federal impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988). Essa diretriz confere densidade normativa à prevenção, pois desloca a proteção do ambiente para momento anterior à degradação irreversível ou de difícil recomposição.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça essa racionalidade ao estabelecer a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico como um de seus objetivos centrais (Brasil, 1981). No setor mineral, essa compatibilização exige vigilância

permanente sobre barragens, rejeitos, licenciamento, informação técnica e conduta empresarial.

A prevenção não constitui recomendação abstrata de boa gestão. Trata-se de dever jurídico ligado à natureza da atividade, à previsibilidade de falhas operacionais e à obrigação de evitar danos capazes de comprometer bens difusos, comunidades vulnerabilizadas e ecossistemas inteiros. Quanto maior o potencial lesivo, mais rigorosa deve ser a exigência de controle.

O compliance ambiental insere-se nesse campo como estrutura de conformidade, monitoramento e resposta interna a falhas. Sua relevância não está na produção de discursos institucionais, mas na capacidade de gerar registros confiáveis, auditorias efetivas, canais de alerta, protocolos de segurança e mecanismos de responsabilização dentro da organização empresarial.

A governança socioambiental amplia esse horizonte ao vincular decisões corporativas à transparência, à prestação de contas e à responsabilidade perante os territórios afetados. Em matéria minerária, governar riscos significa organizar a atividade para que dados técnicos, decisões operacionais e medidas preventivas possam ser verificados por órgãos públicos e pela sociedade.

A informação ocupa posição decisiva nesse modelo. Relatórios inacessíveis, linguagem técnica opaca e baixa rastreabilidade documental fragilizam o controle público e dificultam a participação social. A transparência ambiental deve permitir que riscos sejam compreendidos, fiscalizados e contestados antes que se convertam em danos de larga escala.

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais integra esse debate sem se confundir com reparação

ambiental. A CFEM expressa a dimensão econômica e federativa da atividade mineral, mas não substitui o dever de prevenir, recompor e responder por danos causados ao meio ambiente e às populações atingidas.

Este capítulo examina a prevenção, o compliance ambiental, a governança socioambiental, a transparência, a CFEM e a gestão jurídica do risco minerário como elementos indispensáveis à responsabilização contemporânea das mineradoras. A análise não retoma a narrativa dos desastres nem a tutela coletiva já desenvolvida, mas projeta mecanismos voltados à redução de falhas estruturais.

A obra encerra-se com a compreensão de que minerar envolve dever permanente de controlar riscos, prestar informações, prevenir danos, reparar integralmente lesões e submeter a atividade econômica ao interesse público ambiental. A responsabilidade civil, nesse modelo, deixa de ser apenas reação ao desastre e passa a integrar uma racionalidade jurídica de prevenção, governança e controle.

Prevenção e precaução na atividade minerária

O controle anterior ao dano ocupa posição central na gestão jurídica do risco minerário. Em empreendimentos capazes de produzir impactos ecológicos, sociais e territoriais de grande extensão, evitar a lesão não pode ser tratado como escolha administrativa ou liberalidade empresarial.

Esse dever decorre da própria lógica constitucional de proteção ambiental. Ao impor ao poder público e à coletividade a defesa do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, a

Constituição Federal desloca a tutela ambiental para momento anterior à degradação irreversível ou de difícil recomposição (Brasil, 1988).

Na exploração mineral, essa exigência ganha intensidade pela previsibilidade técnica de determinadas ameaças. Barragens, pilhas de rejeitos, sistemas de drenagem, estruturas de contenção, planos de emergência e monitoramentos periódicos demonstram que parte expressiva do perigo pode ser identificada, medida e controlada antes da ocorrência do dano.

A Política Nacional do Meio Ambiente estabelece como objetivo a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (Brasil, 1981). No setor extrativo, essa compatibilização exige mecanismos permanentes de vigilância, correção e redução de vulnerabilidades operacionais.

O princípio da prevenção incide quando há conhecimento suficiente sobre a ameaça e sobre os meios técnicos de evitá-la ou reduzi-la. Sua função é impedir que a atividade econômica avance ignorando sinais de instabilidade, alertas operacionais, falhas de manutenção ou insuficiências nos sistemas de segurança.

A precaução atua em campo distinto, embora complementar. Quando há incerteza científica relevante sobre a extensão do perigo, a ausência de certeza não autoriza a inércia. Em atividades de alto potencial lesivo, a dúvida qualificada reforça a exigência de prudência, monitoramento e contenção.

Essa distinção possui relevância prática na cadeia minerária. O dever preventivo exige resposta diante de ameaças conhecidas; a lógica precatória orienta a conduta quando a informação disponível ainda é incompleta, mas o dano possível pode atingir bens difusos,

comunidades vulnerabilizadas e ecossistemas de difícil recomposição.

A Lei n. 12.334/2010 institui a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas, entre outras finalidades, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais (Brasil, 2010). Essa política evidencia que a segurança dessas estruturas não é assunto interno da empresa, mas questão de interesse público.

A Lei n. 14.066/2020 alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens e reforçou exigências voltadas à segurança, ao controle e à prevenção de acidentes ou desastres relacionados a essas estruturas (Brasil, 2020). No campo mineral, esse marco normativo fortalece a compreensão de que o perigo deve ser administrado antes de sua conversão em catástrofe.

A gestão antecipatória também alcança a qualidade da informação produzida pelo empreendedor. Relatórios técnicos, laudos de estabilidade, sistemas de alerta e planos de ação emergencial precisam ser confiáveis, atualizados e acessíveis aos órgãos de controle. Informação deficiente compromete a fiscalização e enfraquece a gestão pública da atividade.

Esse modelo não se satisfaz com a existência formal de documentos. Planos, auditorias e monitoramentos somente possuem valor jurídico quando orientam decisões concretas, corrigem falhas, interrompem situações inseguras e permitem resposta rápida diante de sinais de agravamento.

A racionalidade preventiva impede tratar o desastre como fatalidade inevitável quando havia elementos técnicos capazes de indicar perigo. Em empreendimentos de alto impacto, a

previsibilidade da lesão aumenta o grau de exigência sobre a conduta empresarial e sobre a atuação fiscalizatória do Estado.

A proteção anterior ao dano exige integração entre empresa, órgãos reguladores, autoridades ambientais e comunidades expostas. A segurança do território não pode depender de informação concentrada no causador potencial da lesão. O controle deve ser compartilhado, documentado e submetido a verificação externa.

No setor mineral, prevenção e precaução traduzem deveres concretos de monitorar, informar, corrigir, suspender operações inseguras, revisar estruturas, capacitar equipes, comunicar ameaças e adotar medidas proporcionais à gravidade do perigo identificado.

Em atividades de alto potencial lesivo, a responsabilidade civil ambiental não atua apenas depois da lesão. Sua função preventiva reforça a obrigação de organizar a atividade econômica de modo compatível com a proteção do meio ambiente e com a segurança das populações expostas.

Prevenção e precaução formam, assim, a base da gestão jurídica do risco minerário. Sem esse eixo, a reparação integral tende a operar tardiamente, quando bens difusos já foram degradados, comunidades já foram atingidas e a recomposição ecológica se torna parcial, demorada ou impossível.

Compliance ambiental e dever empresarial de controle

O compliance ambiental deve ser compreendido como estrutura interna de conformidade, integridade e controle de ilícitos socioambientais. No setor mineral, sua função não se limita à demonstração formal de adesão normativa, pois deve organizar a

operação para identificar vulnerabilidades, corrigir falhas e reduzir a possibilidade de danos.

A conformidade ambiental exige integração entre licenciamento, segurança operacional, gestão de rejeitos, monitoramento de barragens, planos de emergência e canais internos de comunicação. Em empreendimentos de alto potencial lesivo, a fragmentação dessas áreas compromete a leitura do perigo e enfraquece a resposta preventiva.

A Lei n. 9.605/1998 disciplina sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Brasil, 1998). Essa previsão reforça que a proteção ambiental não se vincula apenas à reputação empresarial, mas à sujeição jurídica por condutas capazes de comprometer bens difusos.

O Decreto n. 11.129/2022 define programa de integridade como conjunto de mecanismos e procedimentos internos de integridade, auditoria, incentivo à denúncia de irregularidades e aplicação efetiva de códigos de ética e conduta (Brasil, 2022). Embora associado à responsabilização de pessoas jurídicas no campo anticorrupção, esse modelo auxilia a compreender a relevância de controles internos efetivos.

Na esfera ambiental, essa lógica precisa ser ajustada à complexidade técnica da atividade minerária. Códigos genéricos não bastam quando a operação envolve barragens, rejeitos, áreas degradadas, recursos hídricos e comunidades expostas. A estrutura de integridade deve alcançar decisões operacionais, registros técnicos e fluxos de comunicação entre setores.

Sua efetividade depende da capacidade de transformar normas em rotinas verificáveis. Auditorias, relatórios, treinamentos,

protocolos de segurança e canais de alerta somente possuem densidade jurídica quando influenciam decisões concretas, corrigem desvios e permitem rastrear responsabilidades internas.

A organização empresarial não pode tratar o perigo socioambiental como informação restrita a núcleos técnicos isolados. A alta administração precisa incorporar a proteção ambiental à tomada de decisão, especialmente quando relatórios indicam instabilidades, falhas ou necessidade de intervenção. A omissão gerencial diante de alertas compromete a função preventiva da conformidade.

A integridade ambiental também exige documentação confiável. Dados sobre estabilidade de estruturas, volume de rejeitos, inspeções, manutenção, auditorias independentes e respostas emergenciais devem ser registrados de modo consistente, preservados e disponibilizados aos órgãos competentes quando requisitados.

Sem rastreabilidade documental, o programa de conformidade tende a converter-se em linguagem institucional sem capacidade de controle. A ausência de registros claros dificulta a fiscalização, fragiliza a prova e impede a reconstrução da cadeia decisória em caso de evento danoso.

O dever empresarial de controle envolve canais de comunicação seguros. Empregados, prestadores de serviço e comunidades próximas podem perceber sinais de perigo antes que eles apareçam em relatórios formais. Um sistema efetivo deve permitir que alertas sejam recebidos, avaliados e encaminhados sem retaliação, ocultamento ou neutralização administrativa.

A Política Nacional de Segurança de Barragens e suas alterações posteriores reforçam que estruturas de rejeitos e resíduos

industriais exigem controle técnico permanente, comunicação adequada e capacidade de resposta a situações de perigo (Brasil, 2010; Brasil, 2020). No âmbito empresarial, esses deveres precisam ser incorporados ao sistema de conformidade ambiental, sob pena de o compliance permanecer apenas como estrutura documental.

A conformidade ambiental não elimina a responsabilidade civil nem substitui a fiscalização estatal. Sua função é qualificar a organização interna do empreendimento, reduzir a probabilidade de falhas e produzir elementos verificáveis sobre a conduta empresarial diante de ameaças conhecidas ou previsíveis.

Quando estruturado apenas como peça documental, o programa perde densidade jurídica. Sua legitimidade depende da aderência entre discurso, registros, decisões e resultados. Procedimentos formais que ignoram alertas técnicos não realizam controle efetivo da atividade.

A responsabilização das mineradoras exige que o compliance seja avaliado por sua capacidade de prevenir danos, e não por sua existência nominal. Em matéria ambiental, a conformidade somente possui valor quando fortalece a segurança operacional, a transparência informacional e a proteção de bens difusos.

O compliance ambiental integra a gestão jurídica do risco minerário porque aproxima organização empresarial, dever preventivo e responsabilidade civil. Sua função é impedir que a estrutura interna produza silêncio, dispersão decisória ou normalização de falhas em atividades de alto potencial lesivo.

Governança ESG e responsabilidade socioambiental no setor mineral

A governança ESG, no setor mineral, deve ser compreendida como critério de decisão, transparência e prestação de contas diante dos impactos ambientais e sociais da exploração econômica. Sua relevância não está na adoção nominal da sigla, mas na capacidade de tornar verificável a responsabilidade das mineradoras perante o interesse público ambiental.

A dimensão ambiental envolve rejeitos, barragens, recursos hídricos, áreas degradadas e recuperação ecológica. A dimensão social alcança trabalhadores, comunidades expostas, populações tradicionais, territórios afetados e formas de vida dependentes do ambiente. A governança articula essas dimensões no plano decisório, impedindo que sejam tratadas como temas acessórios à produção mineral.

Essa estrutura somente possui densidade jurídica quando vinculada ao dever constitucional de proteção ambiental. A Constituição Federal impõe ao poder público e à coletividade a defesa e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988). Embora privadas, as mineradoras exercem atividade econômica condicionada por esse interesse público.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça essa vinculação ao estabelecer a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (Brasil, 1981). Na cadeia minerária, essa compatibilização exige que a tomada de decisão empresarial considere segurança, responsabilidade territorial e limites ecológicos da atividade.

A agenda ESG não pode ser reduzida a relatório institucional, política declaratória ou estratégia reputacional. Em matéria minerária, sua consistência depende da correspondência entre compromissos anunciados, dados disponibilizados, decisões adotadas e efeitos concretos sobre os territórios impactados.

O uso retórico dessa agenda é sensível em atividades extrativas. Quando compromissos socioambientais são divulgados sem transparência, verificabilidade e responsabilidade perante comunidades expostas, a governança converte-se em linguagem de legitimação, não em mecanismo de proteção.

A prestação de contas deve alcançar órgãos públicos, trabalhadores, investidores, comunidades e sociedade. Informações sobre segurança de estruturas, planos de emergência, impactos ambientais e medidas de contenção precisam ser compreensíveis, rastreáveis e sujeitas à verificação externa.

A Política Nacional de Segurança de Barragens evidencia que estruturas destinadas à acumulação de rejeitos e resíduos industriais possuem relevância pública e exigem acompanhamento sistemático (Brasil, 2010). No plano da governança, esse dever técnico-regulatório reforça a transparência sobre decisões capazes de afetar bens difusos e populações expostas.

A governança ESG não substitui lei, fiscalização estatal, responsabilidade civil, sanções administrativas ou reparação integral. Sua função é ampliar a verificabilidade das escolhas empresariais e impedir que a exploração mineral seja conduzida sem prestação de contas perante os territórios que suportam seus efeitos.

No setor mineral, ESG somente possui legitimidade quando deixa de operar como linguagem institucional e se converte em prática pública de responsabilidade socioambiental. Sua

contribuição à gestão jurídica do risco depende da transparência, da prestação de contas e da subordinação da atividade econômica ao interesse público ambiental.

Transparência, informação pública e controle social dos riscos

A transparência ambiental constitui condição indispensável para a gestão jurídica do risco minerário. Em atividades capazes de afetar bens difusos, territórios e populações expostas, a informação não pode permanecer concentrada no empreendedor nem restrita a linguagem técnica inacessível.

A publicidade dos dados permite que órgãos públicos, comunidades, trabalhadores e sociedade acompanhem a segurança das estruturas, compreendam situações de perigo e contestem respostas insuficientes. Sem informação clara, o controle social torna-se frágil e o dever preventivo perde densidade concreta.

A Lei n. 12.527/2011 assegura o direito de acesso à informação no âmbito dos órgãos e entidades públicas (Brasil, 2011). Em matéria ambiental, esse direito ganha relevância própria porque dados sobre riscos, licenciamento, fiscalização e segurança podem ser decisivos para a proteção de comunidades e ecossistemas.

No setor mineral, a informação relevante não se limita à existência formal de relatórios. Dados sobre barragens, rejeitos, planos de emergência, zonas de exposição, auditorias, estabilidade de estruturas e medidas de contenção precisam ser compreensíveis, atualizados e rastreáveis.

A Política Nacional de Segurança de Barragens criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens,

evidenciando que dados sobre essas estruturas possuem interesse público (Brasil, 2010). Essa diretriz impede que informações de risco sejam tratadas como matéria exclusivamente empresarial.

A transparência também exige qualidade comunicacional. Relatórios extensos, linguagem opaca ou informações dispersas dificultam a compreensão social do perigo. A publicidade efetiva depende de dados acessíveis, contextualizados e capazes de orientar a atuação das comunidades e dos órgãos de controle.

O controle social não substitui a fiscalização estatal nem a responsabilidade empresarial. Sua função é ampliar a vigilância pública sobre atividades de alto potencial lesivo, permitindo que sinais de instabilidade, omissões e inconsistências sejam identificados antes da conversão do perigo em dano.

A participação das comunidades expostas possui valor jurídico e democrático. Populações situadas em áreas de influência da exploração mineral precisam compreender os riscos a que estão submetidas, os canais de alerta disponíveis e as medidas previstas para situações emergenciais.

A opacidade informacional favorece assimetrias. Quando dados técnicos permanecem inacessíveis, incompletos ou excessivamente dependentes da interpretação empresarial, a sociedade perde capacidade de avaliar a suficiência das providências adotadas.

A transparência, portanto, integra o próprio dever de prevenção. No setor mineral, informar adequadamente integra o controle jurídico da atividade econômica, pois permite fiscalização pública, participação social e responsabilização mais consistente diante de decisões capazes de afetar bens ambientais e vidas humanas.

CFEM, interesse público e limites da compensação econômica

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais expressa a dimensão pública do aproveitamento mineral. Sua existência revela que a atividade minerária não se reduz à relação privada entre empreendedor e mercado, pois envolve recurso pertencente à União, impactos territoriais e retorno econômico aos entes federativos.

A Constituição Federal assegura participação no resultado da exploração de recursos minerais ou compensação financeira por essa exploração aos entes indicados em seu artigo 20, § 1º (Brasil, 1988). A Lei n. 13.540/2017 disciplina a CFEM como obrigação decorrente do aproveitamento econômico desses recursos, conferindo ao instituto fundamento constitucional e regime legal próprio (Brasil, 2017a).

A distribuição da receita aos entes federativos reforça sua função territorial, pois vincula o aproveitamento mineral aos impactos suportados pelos espaços diretamente afetados pela atividade. A renda mineral, portanto, deve ser compreendida dentro de uma lógica de interesse público.

A compensação econômica, contudo, não se confunde com reparação ambiental. O recolhimento da CFEM não autoriza degradação, não elimina deveres preventivos e não reduz a responsabilidade civil por danos causados. Trata-se de instrumento ligado à exploração regular dos recursos minerais, não de quitação antecipada de lesões futuras.

Essa distinção é essencial para evitar leitura equivocada do instituto. A receita minerária pode contribuir para políticas públicas, infraestrutura, fiscalização e planejamento local, mas não recompõe

rios contaminados, áreas degradadas, vínculos comunitários rompidos ou perdas humanas e sociais associadas a eventos de grande escala.

No contexto dos desastres ambientais, os limites da CFEM tornam-se evidentes. O retorno econômico gerado pela atividade não possui equivalência material com a reparação integral. A recomposição do bem lesado exige medidas ecológicas, sociais, territoriais e jurídicas próprias, incompatíveis com a ideia de compensação financeira genérica.

A dependência fiscal de receitas minerárias também merece atenção. Municípios organizados em torno da arrecadação e dos empregos do setor extrativo podem enfrentar maior dificuldade política para questionar riscos, exigir controles rigorosos ou planejar alternativas econômicas para o período posterior ao esgotamento da jazida.

Por isso, a CFEM deve ser pensada como instrumento de governança territorial, não como autorização econômica para expansão descontrolada da atividade mineral. Sua função é compatível com a exploração regular dos recursos, mas permanece subordinada ao dever de prevenir danos, prestar informações e reparar integralmente lesões ambientais.

A gestão responsável dessa receita demanda transparência. A sociedade precisa conhecer a origem, a destinação e a finalidade dos valores vinculados ao aproveitamento mineral, sobretudo em municípios diretamente impactados pela atividade. Sem controle público, a compensação perde parte de sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento territorial.

A CFEM ocupa lugar relevante na governança da mineração, mas seus limites precisam ser reconhecidos. Ela expressa

retorno financeiro pelo uso econômico de recurso mineral, não substitui prevenção, não afasta responsabilização civil e não neutraliza danos ambientais.

No fechamento desta obra, o instituto reforça a tese de que a mineração deve ser submetida a uma racionalidade jurídica integrada. Explorar riqueza mineral implica gerar receita, suportar deveres preventivos, responder por danos, prestar contas aos territórios afetados e reconhecer que o interesse público ambiental limita a lógica puramente econômica do empreendimento.

Gestão jurídica do risco minerário e responsabilidade civil integrada

A última etapa deste percurso reúne os eixos centrais desenvolvidos ao longo da obra. A mineração foi examinada como atividade econômica relevante, mas juridicamente sensível, pois seu potencial lesivo exige controle anterior ao dano, responsabilização rigorosa e recomposição integral quando a degradação se concretiza.

Esse modelo impede compreender a responsabilidade civil ambiental como simples resposta posterior à lesão. Em empreendimentos de alto impacto, o regime de responsabilização articula dever preventivo, informação qualificada, transparência, conformidade empresarial, controle institucional e reparação integral.

A Constituição Federal oferece o fundamento dessa racionalidade ao proteger o meio ambiente ecologicamente equilibrado como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (Brasil, 1988). A exploração mineral, portanto, encontra limite permanente no interesse público socioambiental.

A Política Nacional do Meio Ambiente reforça esse limite ao vincular desenvolvimento econômico-social, qualidade ambiental e equilíbrio ecológico (Brasil, 1981). No setor extrativo, essa compatibilização exige que a produção mineral esteja subordinada a estruturas capazes de prevenir danos, fiscalizar condutas e corrigir vulnerabilidades.

A gestão do perigo não pertence apenas à engenharia, à administração empresarial ou à regulação técnica. Trata-se também de categoria jurídica, pois define deveres, distribui responsabilidades, orienta condutas, produz provas e permite avaliar se a mineradora atuou de modo compatível com a gravidade dos riscos criados.

A conformidade ambiental, a governança socioambiental, a transparência pública e a CFEM assumem funções distintas dentro dessa racionalidade. Nenhum desses elementos substitui a responsabilidade civil, mas todos podem reforçar a capacidade institucional de prevenir lesões, revelar informações, controlar decisões empresariais e proteger territórios afetados.

A tutela coletiva confirma que a responsabilização das mineradoras não pode depender da iniciativa isolada dos indivíduos atingidos. Quando a degradação alcança bens indivisíveis, grupos vulnerabilizados e espaços inteiros, a defesa transindividual torna-se indispensável para investigar, exigir, pactuar, fiscalizar e corrigir obrigações reparatórias.

A reparação integral permanece como resposta jurídica necessária diante do dano consumado. Sua efetividade, contudo, não se mede apenas por indenizações ou valores pactuados. Requer recomposição ecológica, proteção social, participação das

comunidades, fiscalização permanente e revisão de medidas insuficientes.

A CFEM, nesse conjunto, revela a dimensão econômica e federativa da exploração mineral, mas também seus limites. O retorno financeiro pelo aproveitamento da riqueza mineral não neutraliza danos ambientais, não autoriza riscos descontrolados e não substitui o dever de recompor bens lesados.

A gestão jurídica do risco minerário exige mudança de perspectiva. O desastre não deve ser tratado como ponto inicial da responsabilização, mas como falha extrema de um sistema que deveria identificar, comunicar e controlar perigos previsíveis ou tecnicamente monitoráveis.

Essa compreensão amplia a função da responsabilidade civil das mineradoras. Ela incide antes do dano, ao impor cautela e controle; durante a crise, ao exigir resposta imediata e proteção dos atingidos; e depois da lesão, ao determinar reparação integral, fiscalização e aprendizado institucional.

A atividade mineral continuará ocupando lugar relevante na economia e na infraestrutura do país. Essa importância, porém, não reduz a exigência jurídica que recai sobre o setor. Quanto maior o potencial lesivo do empreendimento, mais rigorosos devem ser os deveres de prevenção, informação, governança e recomposição.

Minerar envolve responsabilidade pública ampliada. Quem explora riqueza mineral deve suportar o ônus jurídico de controlar perigos, prestar contas, proteger bens difusos, respeitar comunidades e responder integralmente pelos danos que produz.

Compreendida de forma integrada, a responsabilidade civil das mineradoras em desastres ambientais não se resume à reação

posterior à catástrofe. Constitui regime de prevenção, imputação, reparação e governança, orientado pela proteção do meio ambiente, pela dignidade das populações atingidas e pela submissão da atividade econômica ao interesse público socioambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta obra, a responsabilidade civil das mineradoras foi examinada como expressão jurídica de uma atividade econômica capaz de produzir riscos intensos, danos coletivos e impactos territoriais duradouros. A mineração possui relevância produtiva, mas sua legitimidade depende da forma como previne, controla e responde aos efeitos que introduz no ambiente e nas comunidades expostas.

A mineração foi analisada como atividade juridicamente sensível porque envolve riqueza pertencente à União, ocupação territorial, transformação de ecossistemas e exposição de comunidades a perigos técnicos relevantes. Essa condição impede tratar o empreendimento minerário como operação privada desvinculada do interesse público ambiental.

O dano ambiental minerário ultrapassa a lógica patrimonial individual. Sua ocorrência pode atingir rios, solos, fauna, flora, saúde coletiva, atividades econômicas, vínculos comunitários e formas de vida dependentes do território. Por essa razão, sua compreensão exige categorias jurídicas compatíveis com bens difusos, interesses transindividuais e repercussões intergeracionais.

A responsabilidade objetiva e a teoria do risco integral assumem papel decisivo nesse campo porque deslocam o centro da análise da culpa para o risco criado pela própria atividade. Em empreendimentos de alto potencial lesivo, a ordem jurídica deve examinar a extensão do dano, o nexo causal, a imputação e a suficiência das medidas reparatórias.

Os desastres de Mariana e Brumadinho tornaram visível a insuficiência de respostas centradas apenas em valores, acordos e arranjos formais de reparação. A reparação integral permanece indispensável, mas somente alcança densidade quando envolve recomposição ecológica, proteção social, participação dos atingidos, fiscalização permanente e revisão de providências insuficientes.

A tutela coletiva ocupa lugar indispensável nessa estrutura. Diante de lesões difusas, grupos vulnerabilizados e assimetrias informacionais, a responsabilização não pode depender da iniciativa isolada de cada pessoa atingida. Inquérito civil, ação civil pública e compromissos de ajustamento permitem organizar prova, exigir obrigações, pactuar medidas e fiscalizar resultados.

A atuação institucional do Ministério Público reforça essa dimensão pública da proteção ambiental. Sua intervenção contribui para reduzir desigualdades técnicas e econômicas entre grandes empreendimentos e comunidades, desde que articulada à escuta social, à produção de prova qualificada e ao controle efetivo das medidas assumidas.

O eixo preventivo constitui uma das principais conclusões da obra. Em atividades capazes de gerar danos irreversíveis ou de difícil recomposição, o Direito não pode atuar apenas depois da catástrofe. Monitorar, informar, corrigir falhas, suspender situações inseguras e controlar estruturas críticas integram a própria racionalidade jurídica da atividade minerária.

Compliance ambiental, governança ESG, transparência informacional e CFEM somente possuem sentido quando subordinados ao interesse público socioambiental. Esses instrumentos não substituem responsabilidade civil, fiscalização estatal ou reparação integral; sua função é fortalecer a prevenção,

ampliar a rastreabilidade das decisões e impedir que a exploração mineral seja conduzida sem prestação de contas.

A CFEM reforça a dimensão federativa e territorial da mineração, mas seus limites precisam ser reconhecidos. O retorno econômico pelo aproveitamento da riqueza mineral não autoriza degradação, não neutraliza danos e não equivale à recomposição do bem lesado. A geração de receita deve conviver com deveres rigorosos de prevenção, transparência e responsabilização.

A contribuição central desta obra está em afirmar que a responsabilidade civil das mineradoras deve ser lida como regime integrado. Esse regime reúne risco, dano, imputação, reparação integral, tutela coletiva, prevenção, governança e controle público. A fragmentação desses elementos empobrece a resposta jurídica e favorece a repetição de falhas já conhecidas.

A mineração revela, talvez com maior clareza que outros setores, a insuficiência de uma responsabilidade civil pensada apenas para reparar perdas já consumadas. Quando a atividade econômica altera ecossistemas, expõe comunidades e mobiliza estruturas de alto risco, o dever jurídico precisa alcançar decisões tomadas antes do dano, medidas adotadas durante a crise e obrigações mantidas depois da resposta inicial.

A principal conclusão desta obra é que a exploração mineral somente encontra legitimidade quando o risco é tratado como responsabilidade, e não como custo externo da produção. A proteção do meio ambiente, a dignidade das populações atingidas e a recomposição dos territórios afetados não podem ocupar posição secundária diante da riqueza extraída. No campo minerário, responder civilmente significa prevenir, reparar, prestar contas e

reconhecer que nenhum desenvolvimento se sustenta juridicamente quando transfere à coletividade o peso de sua própria degradação.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Resolução ANM n. 95, de 7 de fevereiro de 2022.** Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Brasília, DF: ANM, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Resolução ANM n. 130, de 24 de fevereiro de 2023.** Altera a Resolução ANM n. 95, de 7 de fevereiro de 2022. Brasília, DF: ANM, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Resolução ANM n. 175, de 1º de agosto de 2024.** Altera a Resolução ANM n. 95, de 7 de fevereiro de 2022, que consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Brasília, DF: ANM, 2024.

ATAÍDE, Pedro Henrique Sousa de. **Direito minerário.** Salvador: JusPodivm, 2017.

BARRETO, Maria Laura. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Decreto n. 11.129, de 11 de julho de 2022.** Regulamenta a Lei n. 12.846, de 1º de agosto de 2013, que dispõe sobre a responsabilização administrativa e civil de pessoas jurídicas pela prática de atos contra a administração pública, nacional ou estrangeira. Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

BRASIL. **Decreto-Lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967.** Dá nova redação ao Decreto-Lei n. 1.985, de 29 de janeiro de 1940, Código de Minas. Brasília, DF: Presidência da República, 1967.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.

BRASIL. **Lei n. 7.347, de 24 de julho de 1985.** Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1985.

BRASIL. **Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1989.

BRASIL. **Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.

BRASIL. **Lei n. 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Lei n. 12.527, de 18 de novembro de 2011.** Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2011.

BRASIL. **Lei n. 13.540, de 18 de dezembro de 2017.** Altera as Leis n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e n. 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Brasília, DF: Presidência da República, 2017a.

BRASIL. **Lei n. 13.575, de 26 de dezembro de 2017.** Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n. 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e n. 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei n. 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, DF: Presidência da República, 2017b.

BRASIL. **Lei n. 14.066, de 30 de setembro de 2020.** Altera a Lei n. 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, a Lei n. 7.797, de 10 de julho de 1989, a Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o Decreto-Lei n. 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial n. 1.374.284/MG.** Recurso especial representativo de controvérsia. Tema Repetitivo 707. Responsabilidade civil por danos decorrentes de rompimento de barragem ocorrido nos municípios de Mirai e Muriaé, Estado de Minas Gerais. Relator: Ministro Luis Felipe Salomão. Brasília, DF: STJ, 2014.

CARVALHO, Délton Winter de. **Desastres ambientais e sua regulação jurídica:** deveres de prevenção, resposta e compensação

ambiental. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

CURI, Adilson. **Lavra de minas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FONTANELLI, Silvana Aparecida. **Diretrizes para organização, disseminação e recuperação dos atos normativos da Agência Nacional de Mineração**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão da Informação) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018

FUNDAÇÃO RENOVA. **A Fundação**. Portal da Transparência. [S. l.]: Fundação Renova, [s. d.].

GERMANI, Darcy José. **A mineração no Brasil: relatório final**. Rio de Janeiro: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2002.

IBAMA. **Rompimento da Barragem de Fundão**: documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2016.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. **Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**: teoria e prática. 7. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 26. ed. São Paulo: Malheiros, 2018.

MAZZILLI, Hugo Nigro. **A defesa dos interesses difusos em juízo**: meio ambiente, consumidor, patrimônio cultural, patrimônio público e outros interesses. 31. ed. rev., ampl. e atual. São Paulo: Saraiva, 2019.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 10. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MINAS GERAIS. **Entenda o Acordo Judicial de reparação ao rompimento em Brumadinho**. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2025.

ROCHA, Alan Pierre Chaves. **O risco advindo da atividade mineradora e a efetiva reparação dos danos ambientais: o regime jurídico da responsabilidade civil e ambiental em caso de desastres ambientais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Estudos Pós-Graduados em Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade civil ambiental: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro**. 3. ed. rev. e atual. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017.

