



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS



LUCAS FIGUEIREDO

FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL – REVISÃO E CENÁRIO ATUAL

Ouro Preto – MG

Abril de 2022

LUCAS FIGUEIREDO

FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL – REVISÃO E  
CENÁRIO ATUAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Minas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas. Área de concentração: Lavra de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Ouro Preto – MG

Abril de 2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

F475f Figueiredo, Lucas.  
Fechamento de mina no Brasil [manuscrito]: revisão e cenário atual. /  
Lucas Figueiredo. - 2022.  
48 f.: il.: color., gráf..

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola  
de Minas. Graduação em Engenharia de Minas .

1. Fechamento de minas. 2. Desativação de minas. 3. Direito  
ambiental. 4. Direito de minas. 5. Sustentabilidade - Minas e mineração.  
I. Lima, Hernani Mota de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III.  
Título.

CDU 622.27:347.249

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos doze dias do mês de abril de 2022, às 15h15min, foi instalada a sessão pública remota para a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do discente **Lucas Figueiredo**, matrícula 16.1.1584, intitulado: “**FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL - REVISÃO E CENÁRIO ATUAL**”, perante comissão avaliadora constituída pelo orientador do trabalho Prof. Dr. Hernani Mota de Lima; Prof. Dr. Elton Destro e Eng.º de Minas Alisson Rocha Gomes. A sessão foi realizada com a participação de todos os membros por meio de videoconferência, com base no regulamento do curso e nas normas que regem as sessões de defesa de TCC. Inicialmente, o presidente da comissão examinadora concedeu ao discente 20 (vinte) minutos para apresentação do seu trabalho. Terminada a exposição, o presidente concedeu, a cada membro, um tempo máximo de 20 (vinte) minutos para perguntas e respostas ao candidato sobre o conteúdo do trabalho, na seguinte ordem: primeiro o Prof. Dr. Elton Destro, segundo, o Eng.º de Minas Alisson Rocha Gomes e em último, o Prof. Dr. Hernani Mota de Lima. Dando continuidade, ainda de acordo com as normas que regem a sessão, o presidente solicitou ao discente e aos espectadores que se retirassem da sessão de videoconferência para que a comissão avaliadora procedesse à análise e decisão. Após a reconexão do discente e demais espectadores, anunciou-se, publicamente, que o discente foi *aprovado* por unanimidade, com a nota 8,6 (*oito e seis*). O discente, por sua vez, encaminhará para o Repositório Institucional da UFOP, no prazo máximo de 15 dias, uma versão final, contemplando todas as recomendações apresentadas pelos avaliadores. Para constar, foi lavrada a presente ata que, após aprovada, foi assinada pelo presidente da comissão.

Ouro Preto, 12 de abril de 2022.

Assinado de forma digital por  
HERNANI MOTA DE LIMA:46880488668  
Dados: 2022.04.13 12:10:16  
-03'00'

Presidente: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Membro: Prof. Dr. Elton Destro

Membro: Eng.º de Minas Alisson Rocha Gomes

Discente: Lucas Figueiredo

Dedico este trabalho aos meus filhos Malu, Caio e Mateus.

## AGRADECIMENTOS

Nenhuma linha deste trabalho seria escrita sem a presença de Deus e de seus ensinamentos diários, ensinamentos estes, que me foram tão docilmente repassados por meus avós que de um ponto brilhante no céu olham por mim.

Obrigado Pai e Mãe pelo exemplo de honestidade, bondade e doação.

Agradeço aos meus irmãos pela união familiar.

Aos meus padrinhos pelo carinho e força em todos os momentos e decisões.

A minha trajetória não seria completa e menos árdua se no meio do caminho eu não encontrasse a minha querida Vanessa, mulher de fibra, alicerce e mantenedora do lar.

Aos meus filhos que são a energia da busca por um futuro melhor.

Aos meus amigos por serem “norteadores” de minhas qualidades e “apontadores” dos defeitos.

Ao meu orientador, Professor Hernani pela ajuda necessária na conclusão deste trabalho.

A grandiosa Escola de Minas e seus professores pela formação não apenas de um aluno, mas pela formação de vida.

E, a todas as empresas que abriram as portas para a edificação desta graduação.

“Cedo ou tarde você vai perceber que há uma diferença entre conhecer o caminho e percorrer o caminho”.  
(Lilly Wachowski; Lana Wachowski  
– Matrix/1999)

## RESUMO

O avanço tecnológico juntamente com o aumento da demanda por novos minerais, expandiu muito o número de minas em processo de lavra. Por outro lado, este processo ampliou também o número de minas que estão atingindo o esgotamento de suas reservas. De uma forma geral, minas são abandonadas ou fechadas por dois motivos básicos: quando elas atingem a exaustão ou quando perdem a viabilidade econômica. Invariavelmente, qualquer que seja o motivo, a população do entorno do empreendimento experimenta problemas muito sérios no âmbito social, político, ambiental e econômico. O fechamento de um empreendimento minerário é sempre traumático para todos os envolvidos e seu planejamento é necessário para minimizar tais problemas. O problema é maior quando o seu fechamento se dá de forma abrupta sem qualquer planejamento prévio. Tal fato, traz consigo impactos sociais, ambientais e econômicos muito severos. Muitos foram os mecanismos governamentais para regular o fechamento de mina, porém nenhum logrou êxito pois este assunto ainda é muito recente no Brasil, e por isso mesmo desafiador. Através de uma revisão bibliográfica e de pesquisa em órgãos governamentais, o presente trabalho demonstra como o processo de fechamento de mina era aplicado no Brasil até chegar no momento atual e como se espera que ele ocorra num futuro próximo. Esta pesquisa serve de subsídio ao Ministério de Minas e Energia e a Agência Nacional de Mineração para o eventual desenvolvimento da prática de fechamento de mina.

**Palavras-chave:** Fechamento de Mina. Legislação Ambiental. Legislação Minerária. Sustentabilidade. Mineração.

## **ABSTRACT**

*Technological advances, together with the increase in demand for new minerals, greatly expanded the number of mines in the mining process. On the other hand, this process has also increased the number of mines that are reaching the end of their reserves. In general, mines are abandoned or closed for two basic reasons: when they reach exhaustion or when they lose economic viability. Invariably, whatever the reason, the population surrounding the project experiences very serious problems in the social, political, environmental and economic spheres. Closing a mining enterprise is always traumatic for everyone involved and planning is necessary to minimize such problems. The problem is greater when your business closes abruptly without any prior planning. This fact brings with it very severe social, environmental and economic impacts. There were many governmental mechanisms to regulate mine closure, but none were successful because this issue is still very recent in Brazil, and therefore challenging. Through a literature review and research in government agencies, the present work demonstrates how the mine closure process was applied in Brazil until the present moment and how it is expected to occur in the near future. This research serves as a subsidy to the Ministry of Mines and Energy and the National Mining Agency for the eventual development of the mine closure practice.*

**Keywords:** *Mine Closure. Environmental Legislation. Mining Legislation. Sustainability. Mining.*

## SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANM - Agência Nacional de Mineração

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

DMA – Departamento de Meio Ambiente

DMP - Departamento de Minas e Petróleo

EIA - Estudos de Impacto Ambiental

ESG - *Environmental, Social and Governance*

EUA – Estados Unidos da América

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

MLRA - *Mine Land Reclamation Act*

MME - Ministério de Minas e Energia

PAE – Plano de Aproveitamento Econômico

PFM - Plano de Fechamento de Mina

PIB - Produto Interno Bruto

PDA – Potencial de Dano Associado

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas de Mineração

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Companhias brasileiras de minério .....	18
Figura 2 - Etapas de uma mina.....	19
Figura 3 – Lavra a Céu Aberto – Mina de Kiruna/Suécia.....	21
Figura 4 – Lavra Subterrânea – Mina de Kiruna/Suécia .....	22
Figura 5 – Cava desativada – Mina de Águas Claras/VALE – Nova Lima/MG .....	28
Figura 6 - Fechamento planejado com recuperação de área. ....	29
Figura 7 - Fechamento de mina não planejado – Zamin Ferrous – Santana/AP.....	30
Figura 8 - Abandono de mineração com todo o maquinário. Zamin Ferrous – Santana/AP .....	31
Figura 9 – Mineração Predatória.....	32
Figura 10 – Devastação Humana e Ambiental – Mina Córrego do Feijão – Brumadinho/MG....	35
Figura 11 – Lago do Azedo – Antiga Barragem de Rejeitos da ALCAN – Ouro Preto/MG .....	40
Figura 12 – Projeto do Parque Urbano Lago do Azedo – Ouro Preto/MG.....	40

## SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	OBJETIVO GERAL .....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
3.1	MINERAÇÃO .....	16
3.2	CICLO DE VIDA DE UMA MINA .....	19
3.3	FECHAMENTO DE MINA .....	22
3.3.1	Internacional .....	22
3.3.2	Nacional .....	23
4.	METODOLOGIA .....	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
5.1	INSERÇÃO DO PFM NO DESENVOLVIMENTO MINEIRO .....	27
5.2	TIPOS DE FECHAMENTO DE MINA .....	28
5.3	IMPACTOS AMBIENTAIS .....	31
5.4	LEGISLAÇÃO MINERAL .....	33
5.5	CARÁTER HÍBRIDO DO FECHAMENTO DE MINA .....	34
5.6	RESOLUÇÃO ANM 68/2021 .....	36
5.7	DECRETO 10965/2022 .....	38
5.8	USO DA ÁREA DE MINERAÇÃO APÓS O FECHAMENTO .....	39
5.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
6.	CONCLUSÕES .....	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
	ANEXO I .....	46
	ANEXO II .....	47
	ANEXO III .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade minerária, dentre outras atividades de base, é primordial para o crescimento econômico e para a qualidade de vida de uma nação, pois fornecem uma gama de matéria-prima que são essenciais para o funcionamento básico da sociedade. No entanto, como resultado dessa atividade, são observados impactos negativos que causam severos danos ambientais.

O território brasileiro abriga muitas reservas minerais consideradas de classe mundial, entre as quais se destaca as reservas de nióbio, minério de ferro, bauxita e cassiterita, sendo um dos maiores produtores mundiais de minério de ferro, ouro, cobre, ferro-nióbio e bauxita.

O abandono de minas ou, o fechamento inadequado delas, gera passivos ambientais, impactos sociais e econômicos em todo a cadeia produtiva de seu entorno. A população, que habita o entorno destas minas, convive com problemas sociais como perda de renda, desemprego, prostituição, trabalho infantil, problemas ambientais como rompimentos de barragens de rejeitos, contaminação do solo e problemas de estabilidade do solo como subsidências e deslizamentos.

É por isso que tão importante quanto a abertura e operação de uma mina, é saber como e quando fechá-la corretamente. O fechamento de mina é um assunto que recentemente começou a ganhar mais relevância nas discussões, principalmente no Brasil, onde poucas minas foram devidamente fechadas e, com o passar dos anos, as mineradoras simplesmente abandonaram as minas apesar dos graves riscos.

De fato, somente em 1989 a política ambiental nacional passou a exigir que as mineradoras entregassem os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, de acordo com a Constituição de 1988, juntamente com Estudos de Impacto Ambiental - EIA e seus respectivos Relatórios de Impacto Ambiental - RIMA.

O encerramento da mina tem um impacto direto na sustentabilidade global da área de influência do projeto, sendo compreensível a obrigatoriedade de um plano de fechamento para minimizar os impactos socioeconômicos e ambientais das atividades de mineração e proporcionar à sociedade civil maior proteção quanto à sustentabilidade (DIAS *et al.*, 2016).

O plano de fechamento de mina deve ser elaborado logo no início do projeto de uma nova mina e envolver as partes interessadas. Deve incluir os custos para as fases de fechamento e pós-fechamento, a gestão de áreas contaminadas; e a recuperação das áreas degradadas com foco no uso da área de mineração.

É importante observar que assim como a vida útil de uma mina pode ser estendida em função da ampliação da reserva ou incremento de novas tecnologias, ela pode também fechar

prematuramente em função de queda de preço ou um acidente ambiental, por exemplo. Todas as variáveis devem ser consideradas no planejamento de uma mina, por isso o plano de fechamento deve ser flexível e atualizado regularmente.

Se uma empresa não estiver preparada para o fechamento prematuro, além do prejuízo financeiro, pode-se ter maiores impactos negativos na comunidade, no meio ambiente e na própria empresa.

É sabido que a mineração tem um impacto significativo nas áreas onde a exploração ocorre, mas se uma empresa consegue operar e fechar as minas de acordo com as melhores práticas, responder plenamente aos requisitos de proteção ambiental e responsabilidade social e contribuir para o desenvolvimento sustentável, os resultados são muito satisfatórios (CENTENO, 2017).

Mesmo assim, fechar minas de forma ética e técnica continua sendo um desafio e exige uma prática mais uniforme, pois apesar da riqueza e do crescimento econômico gerado, a extração mineral requer um cuidado especial pois os impactos socioeconômicos e ambientais são severos. É urgente que empresas de mineração e profissionais que atuam na área estejam atentos a essa questão e percebam a importância dessa agenda.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar como os planos de fechamento de minas foram propostos, analisados e aprovados pelas agências do governo federal ao longo do tempo, e atualmente com a Resolução ANM 68/2021 e o Decreto 10965/2022.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar o ciclo das minas e seus tipos;
- Explicar como ocorre o fechamento de mina no exterior e no Brasil;
- Analisar os impactos ambientais de uma mina e de seu fechamento;
- Discutir o que a legislação ambiental e a Resolução ANM 68/2021 e o Decreto 10965/2022 esperam de um fechamento de mina.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 MINERAÇÃO

Mineração é uma palavra derivada do latim medieval - mineral - referente a minas e minerais. A partir do ato de cavar uma mina, o verbo “to mine”, do inglês, foi cunhado no século XIX. Ainda, devido à prática de cavar trincheiras ao redor dos fortes durante as batalhas, a fim de derrubá-los, o termo "mina" foi adotado para designar os explosivos militares (KOPEZINSKI, 2000).

A associação dessas duas atividades deu origem ao termo mineração, pois a escavação de minas geralmente é feita com o auxílio de explosivos. De maneira geral, a mineração pode ser definida como a extração de minerais presentes na rocha e/ou solo. É uma atividade de natureza fundamentalmente econômica, também conhecida em sentido amplo como extração mineral ou mineração (MILANEZ, 2017).

De acordo com a classificação internacional adotada pelas Nações Unidas, a mineração é definida como uma atividade econômica e industrial que inclui pesquisa, exploração, extração e processamento de minérios que existem no subsolo (DIAS, 2003).

Essa atividade determina em grande parte a estrutura atual da sociedade em que vivemos, pois, vários produtos e recursos que utilizamos são provenientes dessa atividade, como computadores, cosméticos, estradas, estruturas metálicas etc. Portanto, pode-se dizer que a mineração é crucial para o desenvolvimento socioeconômico. No entanto, as atividades de mineração são responsáveis por diversos problemas causados ao meio ambiente.

O homem vem minerando desde a antiguidade, extraíndo argila de locais adequados para fazer cerâmica, rocha dura para armas e objetos de corte, e o mineral ocre para pigmentos, principalmente em pinturas rupestres e inscrições (FLORES, 2006).

A partir da Idade do Bronze (cobre + estanho), a pesquisa, mineração e beneficiamento de minérios metalúrgicos se desenvolveram lentamente. As operações de mineração subterrânea começaram a extrair minerais metálicos há milhares de anos (CAMELO, 2006). Nos tempos antigos, os minerais eram usados apenas para fazer ferramentas, armas e utensílios, e para realizar obras de construção como aquedutos, edifícios etc. O conhecimento e a capacidade de trabalhar com metais permitiram distinguir o grau de civilização e progresso dos povos antigos (chineses, babilônios, egípcios, gregos etc.).

Em 3000 A.C., o Egito tornou-se a civilização mais importante do mundo, enquanto dominava a mineração de cobre em Meghala, Sinai. Durante dois séculos e meio, os fenícios

mantiveram em segredo a descoberta de minas de estanho em seu território. A exploração dessas minas e o monopólio comercial que se seguiu foi o fator decisivo para manter a supremacia de Cartago e lhe deu algum controle sobre o comércio do mundo em declínio na época. No final, o Império Romano passou a dominar o mundo somente depois de conquistar os ricos recursos minerais da Espanha. Mesmo na contemporaneidade, são muitos os exemplos na história, pois a exploração e beneficiamento de minerais, além de ser a base do progresso industrial e do comércio, é também um dos alicerces econômicos e militares do avanço tecnológico (LISBOA, 2012).

O filósofo grego Aristóteles (384-322 A.C.) produziu os primeiros escritos que tentaram classificar os corpos inorgânicos. Seu discípulo Teofrasto (371-286 A.C.) dedicou um tratado sobre o assunto, descrevendo 16 minerais, principalmente gemas. Na alta Idade Média, o desenvolvimento científico dos países árabes aumentou acentuadamente, absorvendo as culturas dos povos da Grécia antiga, Índia e Ásia Central (DIAS, 2003).

Nesse período, o astrônomo Biruni (972-1048) veio à tona. Em seu trabalho focado em pedras preciosas, ele descreveu minerais verdadeiramente extraordinários para sua época e, pela primeira vez na história, usou constantes físicas, como dureza relativa e gravidade específica, na definição de espécies minerais. Enquanto isso, na Europa, as poucas obras desse período descrevem apenas "as propriedades mágicas da pedra" (RUCHKYS *et al.*, 2017).

Foi somente no século XVI que uma série de importantes obras sobre mineração apareceu na literatura europeia. O italiano Biringuccio (? - 1538) e o médico Georgius Agricola (1490 - 1555), da Boêmia, são as melhores fontes de informação sobre antigas técnicas de mineração, algumas das quais ainda hoje em uso (CAMELO, 2006). Essas tecnologias incluem ferramentas como picaretas e marretas, sistemas de bombeamento e ventilação e carrinhos de mão (SAMPAIO *et al.*, 2019).

O uso da pólvora levou a avanços na tecnologia de mineração, ainda mais refinados em explosivos em meados do século XIX, e em suplementos produzidos no século XX. O desenvolvimento da tecnologia de perfuração também expandiu a capacidade das atividades de mineração. Acredita-se que as primeiras sondas rotativas tenham sido usadas na Inglaterra em 1813, e versões aprimoradas apareceram ao longo do século XIX. Como produto da indústria da mineração, a exploração do carvão mineral, é o eixo central do progresso tecnológico industrial. O uso de bombas e motores a vapor em campos vitais até meados do século XVIII foi o primeiro passo na siderurgia. No caso da máquina a vapor, a mineração forneceu-lhe os elementos básicos – minério de ferro e carvão mineral - e mais tarde ganhou contribuições indiretas na forma de mecanismos de extração, equipamentos, transporte, sistemas de ventilação etc (SAMPAIO *et al.*,

2019).

Já no Brasil a mineração começou por volta de 1605 com a produção de ouro no estado de Minas Gerais constituindo-se no polo mais importante de pesquisa, descoberta e exploração de bens minerais do país (LISBOA, 2012). O Brasil é considerado um dos países com maior potencial mineral do mundo, produzindo uma gama enorme de minerais metálicos, não metálicos e energéticos. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), são mais de oito mil mineradoras localizadas em diversas regiões do país (THOMÉ e RIBEIRO, 2019), conforme figura 1.

### Companhias mineradoras no Brasil

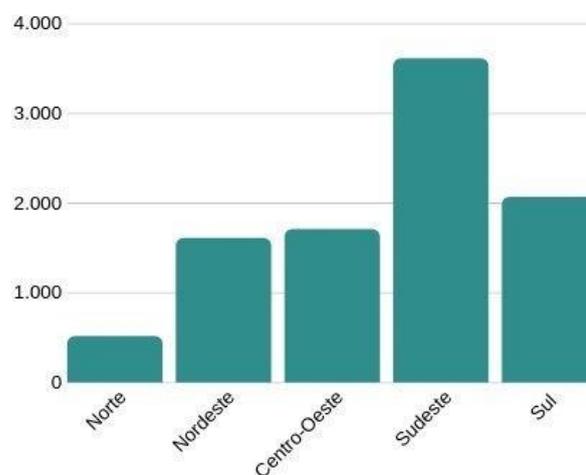


Figura 1 - Companhias brasileiras de minério – Fonte: DNPM 2012.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (MME), o setor de mineração responde por 5% do produto interno bruto (PIB) do país e cerca de 20% do valor das exportações brasileiras. De acordo com o Plano Nacional de Mineração 2030 do MME, o Brasil deverá investir cerca de US\$ 270 bilhões em pesquisa mineral, mineração e processamento mineral até 2030 e com expectativa de chegar a 10% do PIB. Os principais destinos do minério brasileiro são Canadá, Estados Unidos, Rússia, China, Japão e Holanda. As principais exportações são alumínio, cobre, ferro, estanho, manganês, níquel, nióbio e ouro (DA SILVA *et al.*, 2019).

O aumento da eficiência humana permite ampliar o poder de compra e expandir os mercados. Os minerais sempre foram um desafio perseguido pelo ser humano. A atração de ouro, prata e diamantes determinam o fluxo de migração. No mundo ocidental, as minas de carvão na Grã-Bretanha, Alemanha, França e outros países foram a base sobre a qual foram construídas as primeiras estruturas industriais modernas, seguidas pelos Estados Unidos com a indústria de petróleo e aço. Bens de capital, como maquinário e materiais ferroviários, foram transferidos para

áreas ricas em minerais. Fora da Europa e das Américas, depósitos economicamente lucrativos de cobre, estanho e petróleo foram encontrados nos continentes mais distantes, onde foram feitos investimentos substanciais para explorar essas riquezas.

Hoje, a mineração é uma atividade extremamente cara e complexa. Em linhas gerais, inicia-se com a localização do depósito de minério, que é feito acidentalmente ou cientificamente através de estudos geológicos regionais, seguido de mapeamento geológico detalhado da área selecionada, e somente após o minério ter sido identificado e quantificado e sua viabilidade econômica determinada, a atividade minerária efetivamente começa com as operações de mina até o beneficiamento do minério.

### 3.2 CICLO DE VIDA DE UMA MINA

O planejamento abrangente e sistemático das diversas etapas que compõem o ciclo de vida da mina facilita a otimização dos processos e a gestão de riscos, além de ser fundamental para o sucesso das atividades de mineração e a correta execução dos fechamentos das minas conforme figura 2.



Figura 2 - Etapas de uma mina – Fonte: <http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/CicloVidaNegocio.aspx>

A constituição federal brasileira afirma que a riqueza mineral do país pertence à federação. O órgão governamental que regulamenta a fiscalização, pesquisa, extração e comercialização de minerais no país é o Ministério de Minas e Energia (MME) através da Agência Nacional de Mineração (ANM), autarquia vinculada ao ministério. De acordo com as regras atuais do direito minerário, suspeite ou determine a presença de um ou mais minerais de interesse econômico e pretenda extraí-los, primeiramente, é necessário verificar se a área foi solicitada por alguém. A validação ocorre no Sistema de Informações Geográficas de Mineração (SIGMINE), banco de dados de referência para busca de informações, que são atualizadas diariamente, relacionadas à área de processos de mineração registrados na ANM. É importante ressaltar que não é necessário adquirir a área desejada, pois o proprietário não possui a riqueza mineral que consta em sua propriedade (VIEIRA e VIANA, 2016).

Posteriormente, se os direitos da área de interesse estiverem disponíveis, o próximo passo é solicitar uma Permissão de Pesquisa. Esta aplicação é composta por um conjunto de documentos.

O primeiro deles é o Mapa de Delimitação, que consiste em uma carta da região de interesse, separado em forma de polígono. A extensão da área solicitada também deve ser notificada, que tem um limite máximo dependendo do tipo de minério a ser lavrado. Outro documento, é o Plano de Pesquisa, que inclui a elaboração do trabalho com as especificações técnicas necessárias para o uso dos minerais relevantes. Pois, é necessário comprovar a ANM, a presença de minerais na área, por meio de estudos minerais. É importante ressaltar que a elaboração do Plano de Pesquisa deve ser realizada por um engenheiro de minas ou geólogo (GONÇALVES, 2017).

Caso a Permissão de Pesquisa receba a aprovação da agência, uma Autorização de Pesquisa será emitida. Isso permite que os interessados entrem na área para iniciar a pesquisa mineral. Isso, por sua vez, inclui realizar os trabalhos necessários para definir e avaliar o depósito, e determinar a viabilidade de seu uso econômico. Isso é realizado por um engenheiro de minas, geólogo ou consultor mineral (ARAÚJO, 2016).

Se a área requerida não pertencer a um interessado na pesquisa, é necessário que este entre em contato com o proprietário e apresente-lhe uma licença. O proprietário não pode impedir pesquisas ou extrações subsequentes. Portanto, é necessário estabelecer acordos de compensação entre financiadores de pesquisa e proprietários de terras. Se não for possível chegar a um acordo, cabe à ANM encaminhar a questão ao tribunal local, que determinará o valor da indenização. Mesmo que durante a pesquisa tenha sido descoberto outro mineral útil, diferente daquele que se pretendia pesquisar, é necessário notificar a ANM para que o titular da autorização de pesquisa possa solicitar o novo mineral para que a agência considere este material como o principal ou mesmo o único objeto de pesquisa. Pode-se, mesmo durante a pesquisa, efetivar a exploração de minerais em circunstâncias excepcionais (DIAS *et al.*, 2016).

As conclusões do estudo têm como objetivo demonstrar se a existência do mineral é economicamente viável. Se for demonstrado a economicidade da reserva, o estudo de viabilidade é aprovado e torna-se necessário solicitar uma Concessão de Lavra, o que exige uma documentação complementar. Estes são os Planos de Uso Econômico da Reserva. Nesse ponto, é estabelecida a fase de lavra, que inclui instruções detalhadas para a Operação de Uso Industrial da agora chamada jazida. Isso vai desde a extração dos minerais até o seu beneficiamento. Nesta fase estabelece-se toda a infraestrutura necessária para as operações de mina. Todas essas instalações mais os depósitos formam uma mina. Ressalta-se que nesta parte é necessário que o interessado crie uma empresa brasileira (caso não possua ou esteja envolvido nela). Isso se faz necessário pois, a partir de agora a relação com o governo federal se dará dentro dos limites da pessoa jurídica.

Na fase de Operação de Mina, define-se os métodos de lavra que incluem técnicas de extração de minério que levam em consideração aspectos sociais, econômicos e ambientais, além de técnicas que precisam ser utilizadas na área destinada à atividade devido à forma e localização. A localização do depósito, ou seja, o aspecto geológico (CURI, 2017).

Durante a escolha de um método, questões de segurança e higiene também devem ser consideradas para garantir a vida útil do minério a ser prospectado. Isso significa que a escolha do método errado, além de ser economicamente inviável, pode acarretar alguns problemas ambientais (LISBOA, 2012).

Existem vários métodos de lavra, que variam de acordo com o método de extração utilizado. Em muitas minas, mais de um método de lavra é usado. Os dois principais ambientes que correspondem aos ambientes em que as atividades de mineração são realizadas são a mineração a céu aberto e a mineração subterrânea (CURI, 2017).

A mineração a céu aberto envolve a mineração de minério em depósitos mais rasos, ou seja, depósitos muito próximos à superfície (MILANEZ, 2017). Normalmente, esse método extrai o minério até a exaustão conforme figura 3. A mineração subterrânea refere-se à descoberta de minério em depósitos mais profundos, ou seja, depósitos mais distantes da superfície (CENTENO, 2017). Neste método, o minério deve ser delimitado por sondagem/amostragem, conforme figura 4.



Figura 3 – Lavra a Céu Aberto – Mina de Kiruna/Suécia – Fonte: <https://www.parismatch.com/>



Figura 4 – Lavra Subterrânea – Mina de Kiruna/Suécia – Fonte: <https://www.360cities.net/>

### 3.3 FECHAMENTO DE MINA

#### 3.3.1 Internacional

Além das questões econômicas, as ações de encerramento de uma mina devem levar em conta os múltiplos atributos legais, ambientais e sociais associados ao processo. Cada país tem suas particularidades sobre a questão, entretanto, de forma geral as agências reguladoras internacionais legislam de forma parecida com enfoque principal em salvaguardar o meio ambiente. É por isso que alguns países como Chile, Peru, Colômbia, EUA, Canadá e Austrália têm seus próprios Planos de Fechamento de Mina.

No Chile a Lei nº 20.551/2011, regulamenta o fechamento de mina com o objetivo de prevenir, minimizar ou controlar riscos e efeitos adversos à saúde humana, bem como a segurança e o meio ambiente, quando as operações de mineração são interrompidas. A lei obriga os mineradores a submeterem para aprovação o Plano Nacional de Geologia e Mineração/Fechamento de Mina, como pré-condição para o início das operações de mineração, prevê também como condicionantes, a estabilidade física e química da mina. O plano é baseado na regulamentação ambiental vigente e deve ser implementado de forma gradual em diferentes etapas das operações da mina.

No Peru, uma das ferramentas de gestão ambiental exigidas pela legislação do país é o Plano de Fechamento de Mina que está inserido no artigo 17 da Lei 28.611. O fechamento de mina é regido pela Lei nº 28.090, artigo 6º, que estabelece a obrigatoriedade de apresentação de plano de fechamento de mina.

A Lei colombiana nº 685 de 2001 prevê o fechamento de mina. Nele, os planos de

fechamento de mina fazem parte do ciclo de operação de mineração a partir da data de promulgação desta lei. Portanto, o planejamento do fechamento de lavra e a gestão ambiental é uma atividade planejada que deve ser realizada de acordo com o contrato de concessão mineira, de acordo com os termos de referência e as diretrizes técnicas contidas nas diretrizes mineiras e ambientais. O plano de fechamento também é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Os Estados Unidos utilizam um sistema descentralizado para regular a recuperação de áreas de mineração. A gestão mineral e ambiental é de responsabilidade dos estados. Como tal, cada estado tem sua própria legislação específica para fechamento de mina.

Por exemplo, o estado do Arizona é um dos que mantém um sistema de licenciamento e restauração de minas desde abril de 1997. Com um mecanismo governamental que, na prática, é uma lei normativa que regula os padrões de revegetação em áreas de mineração, o estado promulgou uma legislação específica envolvendo a participação pública em relação ao fechamento de mina.

No Canadá, os requisitos de fechamento de mina geralmente são formalizados durante o desenvolvimento do pré-licenciamento ou no decorrer do processo de planejamento da mina. Em suma, o plano deve incluir uma descrição detalhada do projeto, objetivos de fechamento, medidas de restauração ambiental, monitoramento, garantias financeiras etc. Em algumas províncias, como Ontário, depois que uma empresa de mineração conclui o trabalho em um plano de fechamento de mina, o governo local realiza uma auditoria técnica para verificar a conformidade com um plano de fechamento de mina aprovado. Uma vez implementado o programa, será emitido um certificado para a empresa após a conclusão do trabalho técnico, liberando-a da responsabilidade pela área.

No caso da Austrália, a mineração é regulamentada pelo governo, estados e territórios. Na Austrália Ocidental, o Departamento de Minas e Petróleo (DMP) e o Departamento de Meio Ambiente (DMA) compartilham uma estrutura regulatória, a Agência de Proteção. Os planos de fechamento de mina são obrigatórios e devem ser submetidos ao DMP para aprovação. É importante observar que mesmo após a aprovação do plano inicial, após três anos, o plano aprovado deve ser revisado e reenviado ao DMP ou aprovado em outro momento conforme exigido pelo departamento (DIAS, 2013).

### 3.3.2 Nacional

As consequências ambientais e socioeconômicas do fechamento de mina têm sido objeto de pesquisa e regulamentação em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Desde a década

de 1980, as questões ambientais avançaram significativamente no Brasil (MILANEZ, 2017). Em 1981, por meio da publicação da Lei nº 6.938 (anexo I), de 31 de agosto, A Política Nacional do Meio Ambiente foi formulada para alinhar o desenvolvimento econômico e social com a proteção da qualidade ambiental e o equilíbrio ecológico permanente (VIEIRA *et al.*, 2016).

Durante séculos, os empreendimentos minerários foram simplesmente abandonados e seus efeitos passaram despercebidos. Antes do advento do movimento ambientalista na década de 1970, as mineradoras tinham poucas responsabilidades quando decidiam encerrar seu processo produtivo (CENTENO, 2017). Geralmente, se a cava final e as pilhas de rejeitos fossem cercadas, e as aberturas e passagens inferiores desobstruídas, as mineradoras ficavam isentas de responsabilidade futura dentro e ao redor da área. Terminado o evento, restava apenas a paisagem degradada. Este fato contribuiu para a reputação da indústria de mineração como um "vilão" ambiental. No entanto, isso mudou nas últimas décadas (GONÇALVES, 2017).

Quando os recursos da jazida se esgotarem ou deixarem de ser economicamente viáveis, a mina deixará de operar. Neste ponto, a fase de fechamento da mina entra e a fase final de recuperação do local começa. A restauração inclui atividades relacionadas ao armazenamento, aterro, demolição, enchimento e manejo de rejeitos e/ou resíduos, bem como reflorestamento e restauração de áreas afetadas. O uso da área pós-fechamento também deverá ser avaliado e definido. Portanto, um Plano de Fechamento de Mina deverá definir como a recuperação ocorrerá (VIEIRA *et al.*, 2016).

Além disso, deverá abranger fechamentos programados e possíveis fechamentos antecipados. Nos últimos 15 anos, a recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária foi integrada ao processo de planejamento. Como resultado, os fechamentos de mina são planejados antes mesmo do início das operações de mineração (DA SILVA, 2019).

O conceito moderno de fechamento de mina estende o ciclo de vida de uma empresa de mineração. Começa com o planejamento da construção da mina até seu fechamento completo após as atividades de produção. As preocupações e ações das mineradoras também devem priorizar as comunidades afetadas (positiva e negativamente) pela implementação do projeto. Afinal, o impacto do fechamento de mina não recai apenas sobre o ambiente físico (DIAS, 2013).

Como também trazem mudanças sociais, econômicas e culturais, o conceito de fechamento de mina torna-se mais abrangente do que simplesmente fechar negócios e promover a restauração ambiental em áreas degradadas. Deve incorporar ações que promovam a estabilidade ambiental, econômica, social e cultural e a autossustentabilidade das comunidades do entorno.

Durante a fase de mineração, a receita municipal aumentará significativamente. Após o fechamento, as autoridades públicas podem enfrentar algumas dificuldades à medida que essa receita despenca. Principalmente para manter os padrões de qualidade dos serviços básicos prestados durante a fase de operação da mina (ARAÚJO, 2016).

Os principais impactos socioeconômicos do fechamento de mina são: menor qualidade dos serviços públicos, menores receitas municipais, menores vendas no varejo e menores valores das propriedades (DIAS *et al.*, 2016).

Obviamente, isso dependerá da importância econômica das mineradoras no contexto urbano e regional. Fechar uma pequena mina em uma cidade com base econômica diversificada pode ter impactos socioeconômicos insignificantes (THOMÉ e RIBEIRO, 2019).

Por outro lado, fechar grandes minas em cidades menores pode ter um grande impacto. Por isso, no novo conceito de fechamento de mina, os impactos sociais e econômicos são tão importantes quanto os ambientais. Poucas áreas podem ser restauradas ao seu estado original. No entanto, com a ação apropriada, o impacto das operações de mineração após o fechamento pode ser bastante reduzido.

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia aplicada no presente trabalho contemplou uma pesquisa bibliográfica acerca do fechamento de mina através de materiais publicados como livros, teses e dissertações, com o intuito de buscar a fundamentação teórica e histórica do tema. Uma pesquisa documental foi realizada nos órgãos públicos com o objetivo de identificar o estágio atual e ao longo do tempo da legislação pertinente ao tema.

O delineamento da pesquisa bibliográfica foi executado seguindo etapas bem definidas, sendo elas: referencial bibliográfico preliminar; determinação das fontes; descoberta das fontes; obtenção do material para a pesquisa; leitura do material e redação do trabalho.

Diante do exposto, pôde-se analisar e conceber um trabalho de pesquisa investigativo que determina, em linhas gerais, a linha do tempo sobre a implantação de processos de fechamento de minas no Brasil, e o indissociável processo legal ambiental, social e minerário deste processo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 INSERÇÃO DO PFM NO DESENVOLVIMENTO MINEIRO

Como apresentado nos tópicos anteriores, a mineração é uma atividade que requer cuidados para não se tornar degradante, caso contrário, sua resposta recai sobre as comunidades do entorno, e as instituições que administram os recursos ambientais devem considerar o desejo da humanidade de consumir commodities derivadas de minerais para o desenvolvimento tecnológico e bem-estar da sociedade, induzindo avanços em todas as áreas de interação do homem.

O fechamento de mina é considerado parte do processo de mineração e acompanha todo o ciclo de vida de um empreendimento mineiro. O próximo passo, o pós-fechamento de mina, encerra a descaracterização da mina e recuperação das áreas afetadas para agora, iniciar o processo de monitoramento, fiscalização e manutenção das áreas afetadas pelo projeto (LIMA *et al.*, 2006).

O desenvolvimento mineiro que promove esses avanços engloba também o fim da atividade. O Plano de Fechamento de Mina deve permear todo o processo minerário desde a concepção, pesquisa, desenvolvimento, extração e finalmente descaracterização da mina. É primordial que o empreendedor e gestor da mina preveja os custos deste planejamento e, que é caracterizado pelo fechamento completo e permanente das operações da mina e/ou instalações de beneficiamento das mesmas, o monitoramento e manutenção da área deverão ser executados após o processo de descomissionamento e restauração. Quando a cava da mina atinge o mesmo nível do lençol freático, a operação da mina é continuada com o bombeamento da água. Na figura 5, a mina de Águas Claras em Nova Lima, no pé da Serra do Curral, a desativação da cava paralisou também o bombeamento da água que acabou tomando conta de uma porção da cava.

A desativação de uma mina é a estágio inicial do fechamento dela. Desativar representa certificar que a mina não tem mais viabilidade operacional e, por conseguinte, poderá ser fechada.



*Figura 5 – Cava desativada – Mina de Águas Claras/VALE – Nova Lima/MG – Fonte: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/08/17/interna\\_gerais,980859/mineradora-termina-estabilizacao-em-cume-da-serra-do-curral.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2018/08/17/interna_gerais,980859/mineradora-termina-estabilizacao-em-cume-da-serra-do-curral.shtml)*

O fechamento de mina ocorre devido a diversos fatores que podem ser previsíveis ou imprevisíveis. Quando ocorre de forma planejada, muitas vezes é chamado de fechamento programado de mina, mas quando ocorre de forma inesperada é chamada de fechamento abrupto ou prematuro.

É por isso que, atualmente, os conceitos, regras e procedimentos em torno do fechamento de mina estão evoluindo rapidamente, assim como as responsabilidades dos principais grupos de partes interessadas. Isso fica evidente quando há um tratamento mais rigoroso atualmente e quando se compara com os procedimentos em décadas anteriores, entre outras coisas, mostra o crescimento relativo do assunto em termos do setor público e das exigências ambientais.

O Plano de Fechamento de Mina não é algo simples e hermético, não se limita a ações que são implementadas apenas onde a mineração ocorre. Severos impactos socioeconômicos são sentidos se estas atividades não forem implementadas na fase de projeto e licenciamento da empresa (SÁNCHEZ, 2011).

Em alguns casos, essas responsabilidades são consideradas apenas quando uma mina é fechada, o que tornaria financeiramente inviável continuar a lavar e implementar os planos e medidas necessárias após o fechamento.

## 5.2 TIPOS DE FECHAMENTO DE MINA

Como processo contínuo ao longo da vida da mina, o Plano de Fechamento de Mina prevê a execução de serviços e obras de estabilização de taludes, cavas, pilhas de estéril, barragens de

rejeitos etc., além de facilitar a recuperação dessas áreas.

Um plano de fechamento de mina bem elaborado deve conter duas fases distintas e igualmente importantes, planejamento e implementação.

A coordenação e gestão desses dois fatores resultará em um fechamento sistêmico, seguro e, tecnicamente e economicamente viável. Um passo essencial no fechamento é identificar desde o início o impacto ambiental que a implantação do projeto terá e mantê-lo atualizado ao longo de sua vida útil (TONIDANDEL *et al.*, 2012).

Essa atualização é importante porque pode desenvolver ações para eliminar ou mitigar o impacto durante a fase de produção da atividade mineira. O mais importante de tudo isso é que o plano de fechamento seja executado durante as etapas de viabilidade econômica e licenciamento ambiental do negócio e ao longo das fases operacionais da mina.

Portanto, à medida que as etapas se sucedem, o Plano de Fechamento de Mina também deve ser revisado, atualizado e ajustado para acomodar as novas realidades tecnológicas que surgem na parte operacional e nas condições ambientais. Na figura 6, tem-se um exemplo de fechamento de mina planejado com plantio de grama para diminuir o impacto visual das estruturas descaracterizadas.



Figura 6 - Fechamento planejado com recuperação de área. Fonte: <https://geostavel.com.br/servico/projetos-de-fechamento-de-mina/>

Outro tipo de fechamento é o prematuro que também pode ser chamado de fechamento não planejado ou repentino e pode ocorrer por vários motivos. Em caso de fechamento antecipado, é necessário agilizar a implementação do plano de fechamento da mina (TAVEIRA, 2003).

Nesse caso, é necessário um plano de fechamento e um plano de recuperação, além de várias outras ações urgentes. Ressalta-se que todas as ações acima serão baseadas em um plano de

parada conceitual elaborado no início do projeto de lavra, levando em consideração as características atuais do local no momento da interrupção operacional.

Quando ocorrem tais interrupções operacionais, a maior dificuldade é a falta de fundos para garantir o fechamento de mina suficiente. Quaisquer que sejam os motivos dessa paralisação, as mineradoras devem se preparar para essa possibilidade pois, as consequências ambientais e socioeconômicas são tão importantes e principalmente mais críticas do que as que ocorrem na paralisação planejada (NÓBREGA *et al.*, 2008).

A gestão sobre o planejamento de fechamento de mina quando mal orientado/executado, mesmo fechamentos negligenciados, como minas abandonadas, são considerados passivos importantes para o governo e a comunidade, e também significam que estes gestores e empresas possuem uma má reputação, principalmente em um momento em que a sustentabilidade está sendo discutida e considerada um diferencial mercadológico agregando valor ao produto, vide implementação e desenvolvimento mundial das práticas ESG (*Environmental, Social and Governance*) na maioria das atividades. Nas figuras 7 e 8 observam-se as consequências do fechamento de mina não planejado que levaram ao abandono de estruturas físicas, civis e de maquinário.

Mesmo as empresas que já possuem experiência em fechamento de mina consideram apenas fechamentos planejados. De fato, os planos de fechamento de mina devem incluir o risco de fechamentos não planejados, pois na maioria dos casos estão envolvidos aqueles que sofrerão maior impacto, perdas e danos nessa situação sendo a economia e a sociedade do entorno severamente afetados.



Figura 7 - Fechamento de mina não planejado – Zamin Ferrous – Santana/AP – Fonte: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/05/com-o-fim-da-exploracao-estrutura-de-mineradora-e-abandonada-veja.html>



*Figura 8 - Abandono de mineração com todo o maquinário. Zamin Ferrous – Santana/AP – Fonte: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2016/05/com-o-fim-da-exploracao-estrutura-de-mineradora-e-abandonada-veja.html>*

### 5.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Relativamente, a mineração é uma atividade de curto prazo, mas com efeitos de longo prazo. Não se pode ignorar o fato de que, quando feita de forma predatória, a atividade minerária afeta substancialmente áreas florestais, conforme figura 9.

Estima-se que a atividade minerária, juntamente com a exploração de petróleo, ameace 38% das florestas primárias remanescentes do mundo. As atividades de mineração consistem em várias etapas, cada uma com diferentes impactos ambientais (NERI e SÁNCHEZ, 2010). Em linhas gerais, essas etapas são: prospecção e exploração, desenvolvimento e preparação de minas, extração de minério e beneficiamento de minerais encontrados em suas respectivas instalações, com o objetivo de obter produtos comercializáveis.

Durante a fase de prospecção, algumas das atividades que têm impacto no meio ambiente são: preparação de estradas de acesso, levantamentos topográficos e geológicos, estabelecimento de acampamentos e instalações auxiliares, trabalhos geofísicos, estudos hidrogeológicos, valas e poços de pesquisa, amostragem (ALMEIDA e LIMA, 2008). Durante a fase de exploração, o impacto depende do método utilizado. Em áreas florestais, a simples limpeza do solo (decapeamento) e a consequente perda de vegetação – mais disseminada no caso de minas a céu aberto – têm impactos de curto, médio e longo prazo (NERI e SÁNCHEZ, 2012).

O desmatamento não apenas altera os habitats de centenas de espécies endêmicas, mas também impede o fluxo contínuo de água das florestas para outros ecossistemas e centros urbanos. O desmatamento de florestas primárias causa um rápido fluxo de água da chuva, exacerbando as

inundações durante as monções porque os solos perdem a capacidade de reter água, diferente de quando as florestas estão cobertas.



*Figura 9 – Mineração Predatória – Fonte: <https://www.saesadvogados.com.br/2021/11/16/os-crimes-ambientais-decorrentes-da-mineracao-ilicita/>*

Além das áreas perturbadas por escavações, os danos causados por minas superficiais, erosão e sedimentação dos leitos dos rios são mais graves, pois muitas vezes se formam grandes restos rochosos sem valor econômico (THOMÉ, 2006).

O grande consumo de água exigido pelas atividades de mineração muitas vezes afeta o nível do lençol freático no local, secando poços e nascentes (JESUS e SÁNCHEZ, 2013). Muitas vezes, a água acaba sendo poluída por emissões ácidas, ou seja, em decorrência da mineração, os ácidos formados em determinados tipos de minérios ficam expostos ao ar e à água, que por sua vez reage com outros minerais expostos.

Ao longo do tempo, a formação destas toxinas ácidas junto com pequenas partículas de metais pesados separadas dos resíduos que são transportadas pelo vento, depositadas no solo e leitos de rios, e que gradualmente se introduzem nos tecidos de organismos, por exemplo, peixes, causam problemas ambientais danosos.

Produtos químicos perigosos, como cianeto, ácidos concentrados e compostos alcalinos usados em vários estágios da usinagem, embora claramente controlados, muitas vezes acabam nos sistemas de drenagem de uma forma ou de outra (THOMÉ, 2006). As mudanças no ciclo hidrológico e a poluição têm efeitos colaterais muito graves nos ecossistemas que degradam o meio ambiente circundante, como florestas e seres humanos. A poluição do ar pode ser causada pela poeira da mineração, que é uma causa séria de doenças, muitas vezes doenças respiratórias

em humanos e asfixia de plantas e árvores.

Do mesmo modo atividade minerária libera gases e vapores tóxicos em geral, como o dióxido de enxofre, que causa a chuva ácida, e é produzido pelo processamento de metais e pela queima de dióxido de carbono e metano, dois dos principais gases de efeito estufa que contribuem para as mudanças climáticas, assim com a queima de combustíveis fósseis e a construção de lagos artificiais para barragens hidrelétricas, fonte de energia para fundições e refinarias.

Além disso, no caso das minas subterrâneas, as atividades de mineração consomem grandes quantidades de madeira para construção e, nas siderúrgicas que consomem o produto das mineradoras e que possuem fornos de fundição que usam o carvão vegetal, como fonte de energia.

A mineração em áreas remotas envolve grandes projetos de infraestrutura, como estradas em meio a florestas, portos, vilas de mineração, desvios de rios, barragens e usinas de energia (AUGUSTO *et al.*, 2020). A poluição sonora dos explosivos usados para desmonte e das enormes máquinas de mineração causam efeitos significativos, pois as condições que criam, muitas vezes, insalubres para a população local, trabalhadores e a fauna florestal.

#### 5.4 LEGISLAÇÃO MINERAL

Para desenvolver e estabelecer boas práticas sustentáveis para as atividades de mineração, é necessário ter uma legislação clara para definir parâmetros necessários para operações e fechamentos de minas.

Até a década de 1980, os regulamentos de mineração visavam apenas o uso dos próprios minerais, e não se concentravam no fechamento de minas ou na reabilitação da área (LIMA *et al.*, 2006).

No Brasil, a questão relacionada ao fechamento de mina é um assunto relativamente recente que vem ganhando notoriedade e repercussão desde 2000. No que diz respeito à legislação ambiental federal, não há nada que oriente e regule o conteúdo de um plano de fechamento. O que realmente existe é o fragmento a legislação que prevê planos de descomissionamento e recuperação de áreas degradadas, mesmo assim, é muito superficial.

Historicamente, no Brasil, com a promulgação da Lei 6.938/1981 e da Constituição Federal de 1988, o fechamento de minas passou a ser considerado. A importância do EIA/RIMA (Pesquisa e Relatório de Impacto Ambiental) e da Lei de Crimes Ambientais com o advento do Decreto nº 97.632/1989 e Lei nº 9.605/1998 (SÁNCHEZ, 2011).

O artigo 225, § 2º, da Constituição Federal estabelece que as pessoas que mineram recursos minerais têm o dever de reparar os danos ambientais causados pela atividade minerária, incluindo

a obrigação de "restaurar o meio ambiente degradado de acordo com as soluções técnicas exigidas pelo poder público competente", com a forma jurídica (TONIDANDEL *et al.*, 2012).

O Decreto nº 97.632/1989 estabelece a obrigatoriedade da apresentação do PRAD, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, com destaque para os seguintes dispositivos: "1 - As empresas voltadas à exploração de recursos minerais devem, ao apresentar o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, apresentar o plano de recuperação de área degradada - PRAD para aprovação do órgão ambiental competente" (TAVEIRA, 2003).

E, o "Art. 3º - A restauração terá por objetivo restaurar os locais degradados para uma forma de uso de acordo com um plano de uso do solo pré-estabelecido para a estabilização ambiental" (NÓBREGA *et al.*, 2008). Em 2001, com o advento da Portaria DNPM nº 237, de 18.10.2001 (alterado pelo Decreto nº 12, de 22.12.2002), os aspectos relacionados ao fechamento de mina foram considerados na esfera federal, e a regulamentação da mineração foi desenvolvida.

## 5.5 CARÁTER HÍBRIDO DO FECHAMENTO DE MINA

Um ponto interessante e desafiador sobre a questão jurídica da fase de fechamento de mina, é que ela claramente tem um comportamento híbrido: ambiental e mineral. É pertinente ao governo propor uma legislação sobre a atividade minerária em todos os seus aspectos e, concomitantemente, que o mesmo governo proponha também legislação acerca da proteção do solo e do meio ambiente em toda a sua totalidade (FLORES e LIMA; 2012).

Esta duplicidade tem como objetivo minimizar o impacto local e regional do fechamento de mina, considerando a jurisdição dos dois lados e suas respectivas importâncias. Se faz necessário potencializar a atividade minerária que traz riqueza para o país e que desenvolve todos os setores da economia, e por outro lado atenuar os impactos atuais e futuros das atividades mineiras e seus danos socioambientais após o fechamento. Percebe-se que, além dos problemas ambientais, incluem-se também os problemas sociais, e até mesmo a própria expansão dos problemas ambientais em relação ao passado, resultando em um conceito completamente novo de negócio, seus aspectos físicos, econômicos, sociais, políticos e éticos (LOTT, 2000 *apud* SILVA, 2010).

Isso quer dizer que para um bom fechamento de mina, tem que haver um bom diálogo entre os agentes minerários e ambientais, ou seja, tanto a mineração quando o meio ambiente que o cerca devem andar juntos. A sustentabilidade na mineração é considerada por muitos especialistas um discurso contemporâneo, que ainda engatinha e que os resultados demorarão a aparecer mesmo com as práticas de ESG (*Environmental, Social and Governance*), sigla do idioma inglês que

significa “Ambiental, Social e Governança” que ganham notoriedade e são cada vez mais importantes na escolha de diretrizes de mercado. Por outro lado, quando as mineradoras falam em mineração sustentável, é o discurso ideológico dos empresários que subestimam os danos causados pela atividade (TONIDANDEL *et al.*, 2012).

É ingênuo acreditar que as atividades de mineração só beneficiarão as pessoas com a criação de milhares de empregos diretos e indiretos e impulsionar o desenvolvimento econômico. Existem impactos ambientais e paisagísticos significativos, risco de danos por acidentes ou interrupção na gestão de riscos, como o incidente de 2015 no distrito de Bento Rodrigues em Mariana/MG e o evento de 2019 no Córrego do Feijão em Brumadinho/MG, conforme figura 10.



Figura 10 – Devastação Humana e Ambiental – Evento Mina Córrego do Feijão – Brumadinho/MG – Fonte: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/brumadinho-entenda-os-danos-ambientais-causados-pela-tragedia/>

Na esteira dessas tragédias, o termo "sustentabilidade da mineração" começou a ser discutido e a necessidade de implantação de ferramentas de gestão nas empresas visando reduzir o passivo ambiental e aumentar a implantação e certificação de sistemas de gestão, controles, gestão, e sustentabilidade ambiental, tornou-se notório. O risco estará sempre presente e o impacto desta ação deve ser reconhecido (POVEDA, 2007).

O primeiro passo para a mineração responsável tem a ver com a honestidade de muitas empresas no Brasil, temas como os interesses dos afetados pelas atividades também precisam ser abordados.

Deve ser considerada a participação geral de todos os envolvidos no processo de mineração e suas opiniões e decisões sobre datas e processos (KAGEYAMA *et al.*, 1994). Consultar moradores do local afetado e moradores do entorno que também serão afetados para informar o

impacto e os benefícios econômicos da atividade mineira.

A atividade econômica ideal deve ser construída sobre um tripé, respeitando três aspectos ao mesmo tempo: o aspecto ambiental, o aspecto social e o aspecto econômico. Para tanto, é importante usar a ciência como aliada para decidir a melhor forma de evitar maiores danos e tragédias ao meio ambiente (KOPEZINSKI, 2000).

#### 5.6 RESOLUÇÃO ANM 68/2021

Em 30 de abril de 2021, a Agência Nacional de Minas (ANM) elaborou uma nova resolução sobre as regras do Plano de Fechamento de Mina (PFM), que entrou em vigor em 1º de junho de 2021. Este é o documento mais importante que dispõe sobre o PFM segundo os princípios do Código de Mineração vigente.

A Resolução ANM 68/2021 (anexo III), propõe um conjunto de procedimentos necessários para padronizar e regular o monitoramento da PFM ao longo do ciclo de vida da mina, bem como o descomissionamento da mina e uso futuro do local. Ele indica que todo empreendimento de mineração, seja atual e em operação, iminente ou suspenso, deve apresentar um PFM elaborado por profissional legalmente habilitado com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) apropriada. As mineradoras com direitos minerários válidos e operacionais deveriam apresentar um PFM atualizado até 4 de maio de 2022.

Por sua vez, as empresas cujos pedidos minerários são processados pela ANM devem apresentar PFM atualizado em até 180 dias a partir da concessão do direito minerário. Os elementos que devem compor o PFM submetido à ANM variam de acordo com o estágio da vida útil da mina e o início da atividade.

Para projetos que estão em fase de solicitação de mineração ou que foram aprovados para mineração, mas a atividade ainda não foi iniciada, os elementos que devem ser incluídos no plano incluem: Mapas, plantas, fotografias e imagens (padronizadas conforme ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas); um documento descrevendo a situação atual na área; projetos de infraestrutura de mineração sobrepostos ao ambiente atual da região;

Projetos conceituais para descomissionamento de estruturas civis e estabilização física e química de estruturas remanescentes; Ações de remediação já realizadas na área; principais ações planejadas de monitoramento e manutenção na área e plano financeiro físico da PFM que integra ações de pré-fechamento, fechamento e pós-fechamento.

No caso de fechamento de mina por esgotamento, o PFM deve conter, além dos mesmos elementos para projetos que ainda não iniciaram atividades na fase de solicitação ou outorga da

lavra: Características da área do projeto incluindo dados civis, geotécnicos, hidráulicos , instalações elétricas, equipamentos, etc.; avaliação dos riscos decorrentes do encerramento do negócio e formas de mitigar eventuais danos causados pela atividade; planos de desmobilização dos equipamentos das instalações que constituem a infraestrutura do negócio; medidas para impedir o acesso não autorizado às instalações e proibir acesso a áreas classificadas; manutenção das estruturas remanescentes após a conclusão do projeto e ações de monitoramento; orientação sobre a adequação da área para uso futuro pretendido.

Para minas fechadas antes do esgotamento, o PFM deve conter: Declaração de Recursos e Reservas Minerais remanescentes e razões técnicas e econômicas para o encerramento das atividades de mineração. Por fim, para uma mina em operação, todos os elementos acima serão exigidos, juntamente com a vida útil esperada do negócio. Para projetos envolvendo barragens de mineração, o PFM deve incluir como elemento obrigatório um plano de descaracterização da barragem ou outra solução técnica do responsável técnico para reduzir o potencial de dano associado (PDA) a cada grande barragem existente.

Caso a barragem não possa ser descaracterizada, o PFM deve monitorá-la de acordo com a legislação vigente. Nesses casos, para se preparar para a PFM, o profissional responsável pelo programa deve estar legalmente habilitado para prestar serviços relacionados à barragem e fornecer o ART adequado.

Assim como a própria atividade de mineração e a vida útil correspondente da mina podem mudar devido a diversos fatores econômicos e climáticos, o PFM também deve ser atualizado para acompanhar essas mudanças. Nesse sentido, insere-se a regra de que o PFM deve ser atualizado a cada cinco anos ou quando o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) for atualizado, o que ocorrer primeiro.

A exceção são negócios onde as licenças de mineração são válidas por menos de cinco anos e/ou onde as atividades de mineração devem ser encerradas dentro de dois anos. Neste último caso, o desempenho do PFM deve ser demonstrado.

Além dos elementos para cada um dos cenários acima, dependendo do estágio da vida útil da mina, a atualização do PFM deve incluir: Levantamento atualizado das plantas baixas das áreas e estruturas que compõem o negócio. Tais atualizações devem ser notificadas à ANM no prazo acima especificado e disponibilizadas mediante vistoria da mina.

A última atualização do PFM deve ser notificada à ANM pelo menos dois anos antes da data prevista de fechamento da mina, e um PFM atualizado deve ser apresentado se a atividade de mineração for encerrada antes do esgotamento. Da mesma forma, a renúncia aos direitos

minerários somente poderá ser aprovada após a ANM aprovar o relatório final sobre a execução do PFM.

Pequenos negócios com comprovadas operações de mineração e beneficiamento de baixa complexidade e impacto podem estar isentos da ANM de alguns dos elementos exigidos para a PFM.

A par do estabelecimento das medidas, a resolução reforça o endurecimento das regras relacionadas com a proteção da saúde e segurança pública nas atividades mineiras, bem como a necessidade de encerrar as estruturas mineiras através do acompanhamento e monitorização da sua vida útil e acompanhamento dos respectivos desmantelamentos.

## 5.7 DECRETO 10965/2022

Recentemente, no início de 2022, mais um decreto entrou em vigor com o objetivo de ajudar no fechamento legal de mina no Brasil. Esse decreto foi publicado em 11 de fevereiro de 2022, nº 10.965/2022 (anexo II), que altera o Decreto nº 9.406/2018, que regulamenta o Decreto nº 227/67, e as Leis nºs 6.567/78, 7.805/89 e 13.575/2017 (BRASIL, 2022).

Ainda segundo Brasil (2022), o Decreto nº 10.965/2022, em seu artigo 5º, determina que a atividade minerária engloba a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, o transporte e a comercialização dos minérios e o aproveitamento e o armazenamento de estéréis e rejeitos. Nota-se, por este decreto, que o Plano de Fechamento de Mina não está contemplado dentro da atividade minerária. No parágrafo 2º deste artigo fica explícito que dentro do exercício de atividade mineira, o minerador tem responsabilidade de prevenir, mitigar e compensar os impactos ambientais decorrentes desta atividade e responsabilidade também pela recuperação ambiental das áreas impactadas. Pelo parágrafo 2ºA deste mesmo decreto, a recuperação do ambiente degradado engloba o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações, incluídas barragens de rejeitos, e que pelo parágrafo 4º, as obrigações e as responsabilidades do titular da concessão ficam mantidas até o fechamento da mina, dependendo da aprovação pela ANM e pelo órgão ambiental licenciador.

Este decreto ainda não entrou em vigor e já recebeu inúmeros embargos de deputados e senadores da república devido à promessa de que a parte burocrática da atividade mineradora seria “afrouxada” e que este fato poderia desencadear um descontrole ambiental no país. Também gera discussão, o fato de que por este decreto, não existe a caracterização do profissional que irá ser o responsável pelo PFM.

## 5.8 USO DA ÁREA DE MINERAÇÃO APÓS O FECHAMENTO

No final da década de 1980, uma visão mais integrada do desenvolvimento dos recursos minerais tornou a necessidade de recuperação ambiental das operações de mineração uma obrigação para as concessionárias (THOMÉ, 2006).

Assim, as disposições relevantes contidas no Decreto n.º 90/90 e no Decreto n.º 88/90 constituem essa obrigação legal de assegurar a recuperação da paisagem no âmbito do regime mineiro da concessão (NERI e SÁNCHEZ, 2010).

No entanto, o país enfrenta impactos ambientais negativos das atividades realizadas até aquela data, com foco na exploração de urânio, portanto, seguindo esse novo marco legal, foi promulgada neste século legislação para tratar dessa responsabilidade ambiental no Decreto n.º 198-A/2001 (JESUS e SÁNCHEZ, 2013).

É neste contexto que as seguintes áreas são consideradas "áreas mineiras degradadas": As áreas abandonadas localizadas em áreas afetadas por operações mineiras anteriormente desativadas, cuja concessionária não pode ser responsabilizada pelas consequências ambientais da atividade porque as respectivas concessões foram devolvidas ao estado ou a dissolução dessas empresas por falência; Áreas em que a exploração mineira se iniciou antes da entrada em vigor do Decreto n.º 90/90 em 16 de março de 1990, e que tenham sido descontinuadas antes dessa data, independentemente da atual concessão de exploração para o efeito; áreas de exploração radioativa, ou seja, minerais radioativos que sofrem intervenção do Estado por reconhecido interesse público (AUGUSTO *et al.*, 2020).

As áreas urbanas e/ou a expansão urbana são muitas vezes caracterizadas por conflitos inerentes ao próprio espaço urbano e maiores concentrações populacionais. Além disso, falta de planejamento, presença de ocupações irregulares, expansão para áreas de risco, ausência de espaços públicos, ausência de espaços verdes são alguns dos problemas enfrentados pelas populações nos ambientes urbanos.

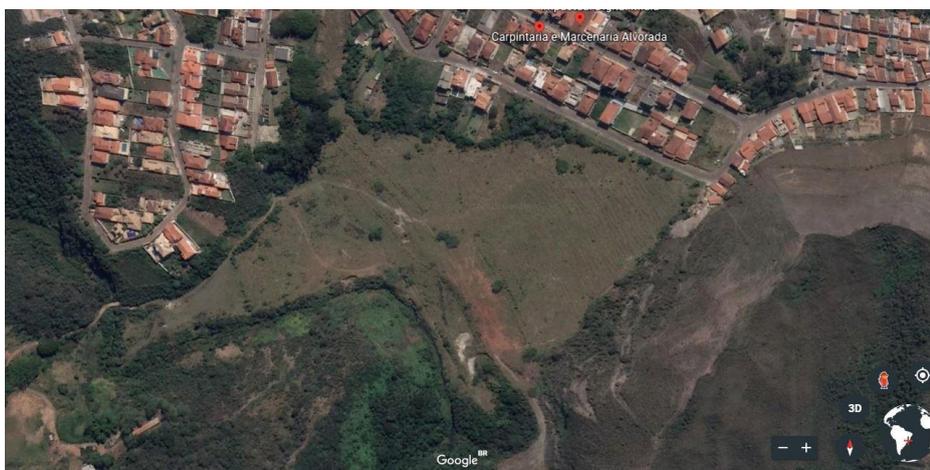
Dada a diversidade e complexidade dos impactos existentes nas áreas urbanas, deve-se reconhecer que a recuperação dos espaços urbanos afetados pelas atividades de mineração não pode visar apenas à recuperação física do meio ambiente.

A recuperação do espaço urbano deve incluir as seguintes medidas de remediação de impactos ambientais, sociais e econômicos para estabelecer uso futuro em áreas onde ocorrem atividades de mineração em harmonia com o ambiente territorial envolvente.

Nesse sentido, a recuperação dos espaços urbanos afetados pelas atividades de mineração deve ser realizada de forma holística, incluindo o impacto de diferentes ordens sobre o meio

ambiente e a sociedade envolvente.

Embora muitas vezes não planejados, alguns casos importantes de projetos de recuperação de áreas devastadas pela mineração próximas a áreas urbanas, têm sido implementados com o objetivo de proporcionar o uso futuro destes espaços, em benefício das populações que a circundam. Como exemplo desta recuperação, tem-se a implantação de um parque urbano na cidade de Ouro Preto/MG. Já em fase final de implantação, o parque está sendo instalado sob uma antiga barragem de rejeitos (Lago do Azedo), gerados pela produção de alumínio de uma metalúrgica da cidade, conforme figura 11 e 12.



*Figura 11 – Lago do Azedo – Antiga Barragem de Rejeitos da ALCAN – Ouro Preto/MG – Fonte: Google Earth*



*Figura 12 – Projeto do Parque Urbano Lago do Azedo – Ouro Preto/MG – Fonte: Jornal “O Espeto”*

## 5.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como demonstrado, o processo de fechamento de mina no Brasil ainda enfrenta muitos desafios por ser um assunto que ganhou espaço para discussão acadêmica e profissional muito recentemente. O fechamento de mina, por muito tempo, foi confundido com o abandono do empreendimento.

O abandono das minas, de forma geral, é influenciado por dois motivos básicos: quando se chega à exaustão, ou seja, todo o mineral minério foi retirado do sítio, ou quando a substância mineral que é extraída deixa de ser economicamente viável. Nos dois casos, o abandono é efetivado quando o responsável legal pelo empreendimento negligencia o Plano de Fechamento de Mina na origem do negócio ou durante o desenvolvimento minerário e ainda quando não provisiona os custos para o fechamento de mina.

A Resolução ANM 68/2021 representa a primeira tentativa de regular o fechamento de mina em nível federal. Um passo importante na história do fechamento de mina no país e mostra um avanço significativo sobre um processo que é incipiente e que precisa ter orientações mais transparentes, assertivas e objetivas. A União por meio do MME e a ANM deveria desenvolver um manual didático que forneça orientação aos detentores de direitos minerários, como proceder com uma descaracterização adequada de um negócio de mineração.

Ao comparar a resolução ANM 68/2021 com as normas regulatórias para fechamento de minas em outros países, percebe-se que a primeira se encontra muito atrasada, pois não garante o cumprimento efetivo dos planos de fechamento da mina.

Além disso, é necessário fortalecer o diálogo entre o empreendedor, os agentes públicos e os profissionais da mineração em relação ao fechamento de mina. É importante definir claramente na legislação brasileira quais são os limites de responsabilidade para empresas, órgãos de gestão de mineração, órgãos ambientalmente responsáveis, municípios e comunidades. A legislação precisa prever multas e responsabilidades com rigor na fiscalização.

Este quadro atual pode sofrer alterações rápidas e vislumbrar um futuro bastante promissor nessa área, com responsabilidade e eficiência, desde que existam mais estudos acadêmicos sobre o assunto com fomento à pesquisa pelas mineradoras e governo.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho investigou os mecanismos legais que tinham como objeto principal os Planos de Fechamento de Mina no Brasil com foco nas leis, resoluções, decretos e portarias que abordavam este tema identificando os avanços no decorrer do tempo e as inovações jurídicas de cada mecanismo.

O período que compreende o final da década de 70 e início da década de 80 foi o mais importante e revolucionário na legislação acerca do meio ambiente no Brasil e por conseguinte o mais impactante também nas relações entre a sociedade e os empreendimentos minerários. A mudança comportamental, a preocupação com a recuperação de ambientes degradados e o uso do solo e da água se tornaram assuntos relevantes e que trouxeram debates acalorados que envolviam a academia, a política, a indústria e a sociedade em geral.

As punições por crimes ambientais se tornaram cada vez mais severos e normas reguladoras da atividade de mineração foram implementadas para definir procedimentos administrativos e operacionais em casos de Fechamentos de Minas.

Por fim, mais recentemente, a Agência Nacional de Mineração vislumbrou a necessidade de regular, padronizar e definir os procedimentos e parâmetros técnicos a fim de desenvolver a elaboração e efetivação do Plano de Fechamento de Mina e de maneira a adotar medidas claras e transparentes devido ao caráter sustentável da mineração.

Somente a implementação prematura do Plano de Fechamento de Mina, constantemente atualizado e monitorado com o respaldo dos mecanismos legais, garante um fechamento e um pós-fechamento eficiente e sem ônus para a sociedade, diminuindo assim os riscos inerentes deste processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maurício Rios de; LIMA, Hernani Mota de. **Garantia financeira para fins de fechamento de mina e o seu impacto na viabilidade de uma mina: estudo de caso de uma mina de grande porte**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 61, p. 203-209, 2008.

ARAÚJO, E. A. **Fechamento de minas no Brasil: aspectos legais e consequências sobre o meio ambiente e populações locais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2016. 52p.

AUGUSTO, Tainara Pimenta Silvério; DE ALMEIDA, Marcela Alves; BOMFIM, Filomena Maria Avelina. **Políticas públicas para regiões mineradoras: etapa pós fechamento das minas**. In: VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. Resolução ANM 68/2021, de 04 de maio de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 01, nº 82. ISSN 1677-7042

BRASIL. Decreto nº 10.965/2022, de 11 de fevereiro de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Seção 01, p2.

CAMELO, M. S. M. **Fechamento de Mina: Análise de Casos Selecionados sob os Focos Ambiental, Econômico e Social**. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica de Barragens) – Núcleo de Geotécnia, UFOP, Ouro Preto. 2006

CENTENO, Camila Lamonato. **Sistematização de procedimentos para o fechamento temporário de minas de agregados**. 2017. 105f. (Dissertação de mestrado. Tecnologia Mineral) – UFRS, Porto Alegre, 2017.

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

DA SILVA, Cristiano Moreira et al. **A análise dos indicadores de sustentabilidade: um estudo do caso de uma mineradora do estado de Minas Gerais**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 2, p. 1069-1089, 2019.

DIAS, G.F. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 8ª edição. São Paulo: Editora Gaia. 551pp. 2003.

DIAS, Jardel Carvalho. **Avaliação do fechamento de mina a partir dos processos minerários da superintendência do DNPM de Minas Gerais**. 2013. 121f. Dissertação de Mestrado – UFOP, 2013.

DIAS, Leandro Pinheiro; COELHO, Emanuel Martins Simões; SILVA, Rebeca Ferreira Gonzaga. **Plano de Fechamento de Mina: Alternativas para reutilização da área impactada**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental. Palhoça/SC. Vol 5, nº1, p371-394, 2016.

FLORES, J.C.C. **Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e Socioeconômicos**. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Núcleo de Engenharia Geotécnica, Universidade Estadual de Campinas. 309p. 2006.

GONÇALVES, Monique Mosca. **Fechamento de minas: gestão de riscos e sustentabilidade no pós operação. Estudos sobre riscos tecnológicos.** Lisboa: CJP/CIDP, p. 291-412, 2017.

JESUS, Camila K.; SÁNCHEZ, Luis Enrique. **A longa etapa pós-fechamento de uma mina de caulim.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 66, p. 363-368, 2013.

KAGEYAMA, Paulo et al. **Revegetação de Áreas Degradadas: Modelos de Consorciação com Alta Diversidade.** Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas – SINRAD, 1994.

KOPEZINSKI, Isaac. **Mineração x Meio Ambiente: Considerações Legais, Principais Impactos Ambientais e Seus Processos Modificadores.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ed. da Universidade. Porto Alegre, 2000.

LIMA, Hernani Mota de; FLORES, José Cruz do Carmo; COSTA, Flávio Luiz. **Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 59, n. 4, p. 397-402, 2006.

LISBOA, Fernando Moacyr. **Mineração – Uma experiência vivida.** - 2ª ed. – Belo Horizonte: Editora Código, 2012. p. 31-32.

MILANEZ, Bruno. **Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação.** Boletim regional, urbano e ambiental (IPEA), v. 16, p. 93-101, 2017.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, Luis E. **Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário.** São Paulo: ABGE-Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2012.

NERI, Ana Claudia; SÁNCHEZ, Luis Enrique. **A eficácia das medidas de recuperação ambiental implantadas em minas de calcário para cimento.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 63, p. 371-378, 2010.

NÓBREGA, Flávia Andrade; LIMA, Hernani Mota de; LEITE, Adilson do Lago. **Análise de múltiplas variáveis no fechamento de mina: estudo de caso da pilha de estéril BF-4, Mina Osamu Utsumi, INB Caldas, Minas Gerais.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 61, n. 2, p. 197-202, 2008.

POVEDA, E.P.R. **A Eficácia Legal na Desativação de Empreendimentos Minerários.** São Paulo: Signus. 238p. 2007.

RUCHKYS, Úrsula; TRAVASSOS, Luiz Eduardo Panisset; REŽUN, Bojan. **Minas que valorizam o patrimônio geomineiro para o turismo e educação: exemplos de Idrija (Eslovênia) e Passagem (Minas Gerais-Brasil).** Ateliê Geográfico, v. 11, n. 2, p. 223-237, 2017.

SAMPAIO, José Adércio Leite; DE SOUZA ROSSI, Camila Cristina; DE PIERI, Bruna Carvalho. **Desativação de minas: considerações sobre a legislação brasileira frente a parâmetros internacionais.** Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas, v. 20, n.

36, p. 43-70, 2019.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Planejamento para o fechamento prematuro de minas**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 64, p. 117-124, 2011.

SILVA, Luís Oliveira da. **Estudo sobre fechamento de minas: aspectos legais e ambientais**. 2010. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Materiais, Marabá, 2010.

TAVEIRA, Ana Lucia Silva. **Provisão de recursos financeiros para o fechamento de empreendimentos mineiros**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

THOMÉ, Romeu. **O fechamento de mina e o desenvolvimento sustentável**. Centro Universitário de Sete Lagoas: Revista Provocações, v. 2, 2006.

THOMÉ, Romeu; RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves. **A descaracterização de barragens de rejeito e o plano de fechamento de mina como instrumentos de mitigação de riscos na mineração**. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 16, n. 35, p. 63-85, 2019.

TONIDANDEL, Rodrigo De Paula; PARIZZI, Maria Giovana; DE LIMA, Hernani Mota. **Aspectos Legais e Ambientais Sobre Fechamento de Mina, com Ênfase no Estado de Minas Gerais**. Geonomos – CPMTCC, 2012.

VIEIRA, Carla Iamara Passos; DA SILVA VIANA, Bartira Araújo. **Áreas de extração mineral para construção civil em Teresina-PI: aspectos físicos e seus impactos socioambientais**. Revista Equador, v. 5, n. 3, p. 99-119, 2016.

## ANEXO I



CÂMARA DOS DEPUTADOS  
Centro de Documentação e Informação

**LEI Nº 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.

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA,**

Faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Esta lei, com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e institui o Cadastro de Defesa Ambiental (*"Caput" do artigo com redação dada pela Lei nº 8.028, de 12/4/1990*)

**DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.**

Art. 2º A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Art. 3º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

## ANEXO II

## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 14/02/2022 | Edição: 31 | Seção: 1 | Página: 2

Órgão: Atos do Poder Executivo

## DECRETO Nº 10.965, DE 11 DE FEVEREIRO DE 2022

Altera o [Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018](#), que regulamenta o [Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967](#), a [Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978](#), a [Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989](#), e a [Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017](#).

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o [art. 84, caput, inciso IV, da Constituição](#), e tendo em vista o disposto no [Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967](#), na [Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978](#), na [Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989](#), na [Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010](#), e na [Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017](#),

## DECRETA:

Art. 1º O [Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018](#), passa a vigorar com as seguintes alterações:

\*Art. 4º .....

Parágrafo único. A ANM estabelecerá critérios simplificados para análise de atos processuais e procedimentos de outorga, principalmente no caso de empreendimentos de pequeno porte ou de aproveitamento das substâncias minerais de que trata o [art. 1º da Lei nº 6.567, de 1978](#).\* (NR)

\*Art. 5º A atividade de mineração abrange a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, o transporte e a comercialização dos minérios e o aproveitamento e o armazenamento de estéreis e rejeitos.

§ 2º O exercício da atividade de mineração implica a responsabilidade do minerador pela:

I - prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade, incluídos aqueles relativos ao bem-estar das comunidades envolvidas e ao desenvolvimento sustentável no entorno da mina;

II - preservação da saúde e da segurança dos trabalhadores;

III - prevenção de desastres ambientais, incluídas a elaboração e a implantação do plano de contingência ou de documento correlato, conforme resolução da ANM, que deverá ser integrado ao Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil do Município, quando houver; e

IV - recuperação ambiental das áreas impactadas.

§ 2º-A. A recuperação do ambiente degradado compreenderá, entre outras atividades, o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações, incluídas as barragens de rejeitos.

§ 4º As obrigações e as responsabilidades do titular da concessão ficam mantidas até o fechamento da mina, cujo plano será aprovado pela ANM e pelo órgão ambiental licenciador.\* (NR)

\*Art. 9º .....

## ANEXO III

## AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO

## RESOLUÇÃO ANM Nº 68, DE 30 DE ABRIL DE 2021

Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001.

A DIRETORIA COLEGIADA DA AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM, no exercício das competências que lhe foram outorgadas pelo art. 2º da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, pelo art. 9º, inciso II, da Estrutura Regimental da ANM, aprovada na forma do Anexo I do Decreto nº 9.587, de 27 de novembro de 2018, e pelo art. 10, inciso II, do Regimento Interno da ANM, aprovado na forma do Anexo II da Resolução ANM nº 2, de 12 de dezembro de 2018.

CONSIDERANDO que o caráter sustentável da atividade de mineração é incrementado por meio da adoção de medidas claras e transparentes que descrevam e regulamentem o Plano de Fechamento de Mina - PFM;

CONSIDERANDO a necessidade de definir, padronizar e regular os procedimentos e parâmetros técnicos a serem desenvolvidos quando da elaboração e efetivação do Plano de Fechamento de Mina - PFM;

CONSIDERANDO a necessidade de acompanhar e controlar as modificações e evoluções do PFM ao longo da vida útil da mina, bem como de estabelecer procedimentos para avaliação e efetivação de pedidos de renúncia de títulos de lavra em consonância com o fechamento e a desativação do empreendimento minerário e o uso futuro das áreas mineradas; e

CONSIDERANDO o constante do processo nº 48400.700606/2017-19, resolve:

## CAPÍTULO I

## DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se:

I - Título autorizativo de lavra: título que autoriza a seus detentores o aproveitamento de substâncias minerais, segundo os preceitos do Código de Mineração vigente e das normas especiais, com base nos seguintes regimes: de Concessão; Licenciamento; Permissão de Lavra Garimpeira, admitindo-se, também, a lavra com base na autorização especial por meio da expedição de Registro de Extração e Guia de Utilização;

II - Mina: empreendimento minerário para a extração de substâncias minerais, localizado em área(s) com título autorizativo de lavra outorgado, estabelecido por um Plano de Aproveitamento Econômico - PAE, Plano de Lavra ou documento similar, aprovado pela ANM, podendo compor um ou mais processos minerários;

III - Plano de Fechamento de Mina - PFM: conjunto de procedimentos para o descomissionamento da área da mina após a atividade de mineração, envolvendo a desmobilização das estruturas provisórias de suporte às operações de lavra e beneficiamento, a estabilização física e química das estruturas permanentes e seus monitoramentos, bem como a habilitação da área para um novo aproveitamento mineral ou outro uso futuro;

IV - Exaustão da mina: a conclusão da atividade de lavra após o esgotamento da reserva minerável da mina, prevista na última atualização do Plano de Aproveitamento Econômico aprovado, conforme art. 34, inciso II, e art. 35 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018;

V - Estruturas provisórias: todas as estruturas de empreendimentos de mineração instaladas durante a vida útil da mina passíveis de serem desmobilizadas, tais como: a) infraestruturas civis; b) usinas de tratamento de minério; c) pátios de insumos, produtos e resíduos; d) sistemas de distribuição de água e energia; e) equipamentos fixos e móveis; f) sistemas de transporte, minerodutos, correias transportadoras, entre outros, com exceção das pistas de transporte interno;

VI - Estruturas remanescentes: todas as estruturas de empreendimentos de mineração instaladas durante a vida útil da mina que não são passíveis de serem desmobilizadas, tais como: a) cavas de minas a céu aberto; b) galerias de minas subterrâneas; c) barragens de água e de sedimentos; d) disposições de rejeitos e estêreis desativadas; e) pistas de transporte interno, desde que não apresentem situações de riscos para a área descomissionada;

VII - Estabilidade física: estabilidade da área minerada nos aspectos morfológico

VII - Diretrizes para adequação da área ao uso futuro previsto.  
Art. 7º O PFM para minas em encerramento antes da exaustão, além dos elementos contidos nos arts. 5º e 6º, deverá conter ainda:

I - Declaração dos recursos e reservas minerais remanescentes; e

II - Justificativa técnico-econômica para o encerramento das atividades de lavra.

Art. 8º O PFM para minas em operação, além do exigido nos arts. 5º e 6º, deverá conter a expectativa de vida útil do empreendimento.

Art. 9º Os documentos descritos no art. 5º, inciso I, e no art. 6º, inciso I, devem estar padronizados conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, apresentados em escala de detalhe para uma caracterização detalhada do empreendimento e georreferenciados a um sistema de coordenadas geográficas ou sistema de projeção Universal Transversal de Mercator (UTM), referenciados ao Datum oficial do Brasil.

§ 1º Os dados vetoriais devem ser entregues nos formatos DXF ou SHP, e as imagens raster devem ser georreferenciadas e apresentadas no formato GeoTIFF.

§ 2º Os dados digitais deverão ser compatíveis para serem visualizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e / ou Computed Aided Design (CAD).

## SEÇÃO II

Das atualizações e dos prazos

Art. 10. O PFM deverá ser atualizado a cada 5 (cinco) anos ou nas atualizações do PAE, o que ocorrer primeiro, apresentando as alterações ocorridas no plano nesse período.

Art. 11. Os empreendimentos com títulos autorizativos de lavra com validade inferior a 5 (cinco) anos e/ou com previsão de encerramento de suas atividades de lavra inferior a 2 (dois) anos estão isentos da obrigação de atualização do PFM, ficando obrigados à comprovação da execução do PFM, conforme o art. 17 desta Resolução, ao término da vigência do título.

Art. 12. As sucessivas atualizações do PFM deverão contemplar, além da atualização dos itens descritos na Seção I deste Capítulo, os seguintes tópicos:

I - Descrição das ações de fechamento das áreas eventualmente encerradas ao longo da operação (fechamento progressivo); e

II - Levantamento Planialtimétrico atualizado das áreas e estruturas que compõem o empreendimento.

§ 1º A atualização tratada no caput deverá ser comunicada à ANM e estar disponível na mina, para fins de fiscalização.

§ 2º Caso não tenha havido qualquer alteração nos últimos 5 (cinco) anos em relação ao PFM ou PAE apresentados, o interessado deverá confirmar essa informação junto à ANM, ratificando as informações prestadas anteriormente.

Art. 13. A última atualização do PFM deverá ser feita e comunicada à ANM com antecedência mínima de 2 (dois) anos da data prevista para o fechamento da mina.

Art. 14. Em caso de encerramento das atividades minerárias antes da exaustão, deverá ser apresentado um PFM atualizado.

## SEÇÃO III

Das disposições específicas para empreendimentos com barragem de mineração

Art. 15. O PFM para empreendimentos com barragens de mineração deve conter também plano de descaracterização destas barragens de mineração ou outra solução técnica a cargo do Responsável Técnico, visando à diminuição do Dano Potencial Associado - DPA a cada barragem de mineração existente na unidade mineira.

§ 1º Caso não seja possível a descaracterização da barragem de mineração, deverá estar previsto no PFM o seu monitoramento, conforme a legislação aplicável.

§ 2º No caso de empreendimentos enquadrados nas situações previstas no caput deste artigo, o profissional a que se refere o art. 4º desta Resolução deverá ser legalmente habilitado para prestação de serviços relacionados a barragens.

## CAPÍTULO III

## DAS DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

Art. 16. Os empreendimentos minerários com requerimento de lavra em tramitação na ANM, até a publicação desta Resolução, deverão apresentar o seu PFM atualizado nos termos do art. 2º desta Resolução, no prazo de 180 dias, a partir da outorga do título autorizativo de lavra.

## CAPÍTULO IV

## DAS DISPOSIÇÕES FINAIS