



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE JURUTI
ENGENHARIA DE MINAS**

WILLIAM CARLOS GOMES DO NASCIMENTO

**GARANTIAS FINANCEIRAS PARA O FECHAMENTO DE MINA: PROPOSTA
PARA O CASO DO BRASIL**

**JURUTI
2025**

WILLIAM CARLOS GOMES DO NASCIMENTO

**GARANTIAS FINANCEIRAS PARA O FECHAMENTO DE MINA: PROPOSTA
PARA O CASO DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Minas; Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti.

Orientador: Prof. Msc. Michael José Batista dos Santos

**JURUTI
2025**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

N244g Nascimento, William Carlos Gomes do
Garantias financeiras para o fechamento de mina: proposta para o caso do Brasil. /
William Carlos Gomes do Nascimento. - Juruti, 2025.
56 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Michael José Batista dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará,
Campus Juruti, Bacharelado em Engenharia de Minas.

1. Garantia financeira. 2. Fechamento de mina. 3. Mineração. 4. Plano de fechamento.
I. Santos, Michael José Batista dos, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 338.2098115


Bibliotecária - Documentalista: Mary Caroline Santos Ribeiro – CRB/2 566




ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia primeiro de setembro do ano de dois mil e vinte e cinco, na sala nº 01, do Campus Universitário de Juruti, da Universidade Federal do Oeste do Pará, às 17 horas e 30 minutos, reuniu-se a Banca Avaliadora de TCC composta pelo Prof. Me. Michael José Batista dos Santos (orientador e presidente da banca), Prof. Dr. Alan Anderson de Arruda Tino e Prof. Dr. Kleber Brandão Damasceno. A reunião teve por objetivo avaliar o trabalho de conclusão de curso em Bacharelado em Engenharia de Minas do discente de William Carlos Gomes do Nascimento sob o título Garantias Financeiras para o Fechamento de Mina: Proposta para o Caso do Brasil. O trabalho foi aberto pelo orientador. Cada examinador arguiu o estudante, com tempos iguais de perguntas e respostas. Terminadas as arguições, procedeu-se o julgamento do trabalho, concluindo a Banca Avaliadora que o discente está (**X**) APROVADO () REPROVADO, com nota final de 8,83. Nada mais havendo a tratar, foi a presente ata lavrada por mim, Michael José Batista dos Santos, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.


Juruti, de setembro de 2025

Documento assinado digitalmente
 **MICHAEL JOSE BATISTA DOS SANTOS**
Data: 01/09/2025 19:15:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Michael José Batista dos Santos
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **ALAN ANDERSON DE ARRUDA TINO**
Data: 03/09/2025 09:04:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alan Anderson de Arruda Tino
(Avaliador 1)

Documento assinado digitalmente
 **KLEBER BRANDAO DAMASCENO**
Data: 03/09/2025 10:01:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kleber Brandão Damasceno
(Avaliador 2)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha tão amada família, amigos, professores e a todos que me apoiaram até esta etapa tão importante da graduação.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por me conceder forças, paciência, saúde e a capacidade de não desistir dos meus objetivos durante toda a jornada da minha graduação, e na etapa de pesquisa e elaboração textual deste trabalho de conclusão de curso.

A minha mãe Jaciene Nascimento e minha esposa Jandra Silva, que me deram todo suporte emocional durante a minha trajetória acadêmica, além de serem o motivo pelo qual sempre busquei conhecimento.

Aos meus orientadores professores Matheus Diniz e Michael Santos, que me direcionaram ao desenvolvimento da pesquisa e elaboração textual deste trabalho.

A todos os professores, técnicos, secretários e colaboradores da UFOPA campus Juruti, que contribuíram de modo direto ou indiretamente na minha jornada acadêmica.

Aos meus amigos e colegas de turma que chegaram até aqui, mesmo em momentos difíceis não desistiram e em breve usufruiremos de todas as conquistas derivadas de nossa graduação.

Gratidão!

"A vida é como andar de bicicleta. Para manter o equilíbrio, você precisa continuar se movendo".
(Albert Einstein)

RESUMO

O presente trabalho aborda a problemática das garantias financeiras para o fechamento de minas no Brasil, propondo um modelo alinhado às práticas internacionais. A mineração, embora crucial para a economia brasileira, gera impactos ambientais significativos e levanta preocupações sobre o destino das minas após a exaustão das jazidas. Os altos custos de reabilitação têm levado ao abandono de inúmeras minas no país, com 11% dos projetos atuais nessa situação. A ausência de planos de fechamento e de recursos exclusivos para essa etapa tem causado impactos socioeconômicos e ambientais. Acidentes recentes com barragens de rejeitos em Minas Gerais impulsionaram a regulamentação do fechamento de minas, como a Resolução ANM N° 68/2021, que exige o plano de fechamento de mina desde a fase de pré-viabilidade. A pesquisa foi de natureza qualitativa, utilizando levantamento bibliográfico em artigos científicos, relatórios de agências internacionais, sites e revistas online. A análise dos modelos internacionais utilizados na Austrália, Canadá e Estados Unidos da América revelou a obrigatoriedade de garantias financeiras para a reabilitação de áreas mineradas, com montantes baseados no custo total de fechamento e revisão periódica. Para o Brasil, propõe-se um modelo que inclui a obrigatoriedade legal das garantias, cálculo padronizado, diversificação de instrumentos, integração com instituições financeiras e apoio do poder executivo para fortalecer a agência reguladora do país. Exigência de garantias financeiras exclusivas para o plano de fechamento de mina no Brasil é fundamental para mitigar danos ambientais e o abandono de minas. É crucial uma abordagem aprofundada da situação das empresas de mineração, considerando a carga tributária e a necessidade de fortalecer a Agência Nacional de Mineração.

Palavras-chave: Garantia financeira; Fechamento de mina; Mineração; Plano de fechamento.

ABSTRACT

The present study addresses the issue of financial assurances for mine closure in Brazil, proposing a model aligned with international practices. Mining, although crucial to the Brazilian economy, generates significant environmental impacts and raises concerns about the fate of mines after resource exhaustion. The high costs of rehabilitation have led to the abandonment of numerous mines in the country, with 11% of current projects in this situation. The absence of closure plans and exclusive resources for this stage has caused socioeconomic and environmental impacts. Recent accidents with tailings dams in Minas Gerais prompted stricter mine closure regulations, such as ANM Resolution No. 68/2021, which requires a mine closure plan from the pre-feasibility stage. The research employed a qualitative approach, utilizing a bibliographic survey of scientific articles, international agency reports, and online websites and journals. Analysis of international models used in Australia, Canada, and the United States revealed the mandatory nature of financial assurances for the rehabilitation of mined areas, with amounts based on total closure costs and periodic review. For Brazil, a model is proposed that includes the legal obligation of these assurances, standardized calculation, diversification of instruments, integration with financial institutions, and executive branch support to strengthen the country's regulatory agency. The requirement for exclusive financial assurances for mine closure in Brazil is fundamental to mitigating environmental damage and mine abandonment. A thorough assessment of mining companies situations, considering tax burdens and the need to strengthen the National Mining Agency, is crucial.

Keywords: Financial assurance; Mine closure; Mining; Closure plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do ciclo de vida de uma mina.....	18
Figura 2 - Cronograma da vida útil de uma mina.....	27
Figura 3 - Estruturas e procedimentos que devem constar no PFM.....	31
Figura 4 - Elementos padronizados do plano de fechamento de mina.	31
Figura 5 - Elementos do plano de fechamento por exaustão, na operação e antes da exaustão.	32
Figura 6 – Devastação causada pelo rompimento da barragem de brumadinho.	34
Figura 7 - Ópera de arame construída em uma antiga pedreira.....	36
Figura 8 - Parque do Varvito em Itu (SP) local de uma antiga pedreira.....	36
Figura 9 - Mina da passagem em Mariana (MG) – A) entrada da mina; B) Pilares autosuportante; C) Altar de Santa Barbara e D) Visitantes bateando ouro.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mecanismo de Garantias Financeiras e suas características	39
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos mecanismos mais utilizados por mineradoras.....	39
Quadro 3 - Garantias financeiras exigidas nos estados da Austrália.....	43
Quadro 4 - Garantias financeiras para fechamento de mina no Canadá.	44
Quadro 5 - Garantias financeiras para o fechamento de mina nos EUA.....	46
Quadro 6 - Aspectos da minuta de resolução ANM	49
Quadro 7 - Proposta teórica de um modelo de garantia financeira para o fechamento de mina	50

LISTA DE SIGLAS

ANM – Agência Nacional de Mineração

Cetem – Centro de Tecnologia Mineral

Dnpm – Departamento Nacional de Produção Mineral

DAM – Drenagem Ácida de Mina

EUA – Estados Unidos da América

Ibram – Instituto Brasileiro de Mineração

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Icmm – International Council on Mining and Metals

IGF – Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

MRF – Mining Rehabilitation Fund

NRM – Normas Reguladoras da Mineração

Osmre – Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement

PFM – Plano de Fechamento de Mina

PIB – Produto Interno Bruto

Qetf – Qualifying Environmental Trust Fund

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente

Smcra – Surface Mining Control and Reclamation Act

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 JUSTIFICATIVA	17
4 REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1 Ciclo de vida de uma mina	18
4.1.1 Pré-viabilidade e viabilidade econômica de uma mina	19
4.1.2 Comissionamento e operação de uma mina	20
4.2 Fechamento de Mina	21
4.2.1 Etapas do fechamento de mina	22
4.2.2 Pós-fechamento	24
4.2.3 Motivos para o fechamento de uma mina	24
4.2.4 Tipos de fechamento de mina	26
4.2.5 Fechamento de Mina Programado	27
4.2.6 Fechamento de mina prematuro	28
4.3 Legislação e Normativas Brasileiras quanto ao fechamento de mina	29
4.3.1 Código de Mineração	30
4.3.2 Resolução ANM 68/2021	30
4.4 Problemática do Abandono de mina no Brasil	32
4.4.1 Passivos ambientais	33
4.4.2 Casos de Minas Abandonadas no Brasil e casos de novas atividades	34
4.4.3 Impactos Causados	37
4.5 Garantias financeiras para o fechamento de minas	38
5 METODOLOGIA	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42

6.1 Garantias financeiras para o fechamento de mina na Austrália.....	42
6.2 Garantias financeiras para o fechamento de mina no Canadá.....	44
6.3 Garantias financeiras para o fechamento de mina nos EUA.....	45
6.4 Análise comparativa dos modelos internacionais e implicações para o Brasil.	46
6.5 Minuta de Resolução ANM e Proposta de Garantia Financeira Para o Fechamento de Mina no Brasil.....	48
6.5.1 Minuta de Resolução ANM N° 13717836.....	48
6.5.1 Proposta de Garantia Financeira Para o Fechamento de Mina no Brasil.	50
7 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A mineração tem um papel muito importante para a economia brasileira, isso devido aos inúmeros projetos minerários que geram emprego e renda nas principais regiões mineradoras do Brasil, os investimentos do setor mineral podem ultrapassar os US\$ 64,5 bilhões até 2028, sendo aproximadamente US\$ 10,6 bilhões destinados a projetos socioambientais, dados revelados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2025).

Contudo, apesar das riquezas e desenvolvimentos econômicos gerados ao país, a atividade de mineração causa significativos impactos socioeconômicos e ambientais negativos, afetando diretamente o modo de vida das comunidades situadas no entorno dos empreendimentos (Araujo; Oliveri; Fernandes, 2014). Além disso, outra incerteza refere-se ao destino das minas após a desativação, uma vez que os elevados custos de reabilitação das áreas mineradas contribuíram para a formação de um histórico de abandono. De acordo com Caires (2025) de um total de 36.337 projetos de mineração cadastrados na Agência Nacional de Mineração (ANM), 3.943 (11%) estão em situação de abandono atualmente.

O abandono de minas após a exaustão dos depósitos minerais é resultado da falta de um Plano de Fechamento de Mina (PFM) e de recursos financeiros destinados à recuperação ambiental da área impactada, além da negligência dos órgãos regulatórios em fiscalizar e identificar as empresas responsáveis dos projetos, deixando os problemas relacionados aos passivos ambientais de mineração para a sociedade (Instituto Escolhas, 2025).

Acidentes recentes com projetos de mineração, principalmente com o rompimento de barragens de rejeitos no estado de Minas Gerais, levantaram debates e chamaram a atenção dos órgãos reguladores, levando à sanção de novas leis (Senado Federal, 2020). Nesse contexto, deu-se maior ênfase na regulamentação da fase do fechamento de mina, como a implementação da Resolução ANM N° 68, de 30 de abril de 2021 que estabelece regras e obrigatoriedade do PFM, este deve ser apresentado desde a fase de pré-viabilidade econômica da mina (Agência Nacional de Mineração, 2021).

O fechamento de uma mina é o período em que ocorre o descomissionamento de todas as estruturas construídas nas fases de instalação e operação do empreendimento, além de medidas de recuperação/reabilitação, manutenção/monitoramento e o apoio ao uso futuro da área minerada (Sánchez; Silva-Sánchez; Neri, 2013).

Para o completo fechamento do empreendimento, deve-se seguir todas as etapas descritas no PFM. De acordo com Araújo (2016) é preciso ainda, promover a reabilitação da área minerada, o que implica assegurar estabilidade física evitando processos erosivos intensos

e movimentos de terrenos, bem como estabilidade química para evitar reações químicas que possam afetar a saúde humana e dos ecossistemas. Todas as medidas necessárias para a implementação do PFM requerem aportes financeiros elevados para sua execução.

Assim, observa-se que boas práticas internacionais apontam para a adoção de mecanismos de garantia financeira voltados exclusivamente à fase de fechamento de mina. Nesse sentido, é necessário que a ANM avance na implementação de exigências que assegurem recursos destinados especificamente a essa etapa do ciclo de vida minerário.

O trabalho em tela buscou evidenciar a problemática do abandono de mina além de ressaltar a importância de garantias financeiras para o fechamento de mina, assim, sugerindo um modelo de garantias financeiras adequadas para a realidade brasileira.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar e avaliar os mecanismos de garantias financeiras para o fechamento de minas adotados em países específicos, a fim de identificar propostas aplicáveis ao contexto brasileiro.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Apresentar casos de abandono de minas no Brasil e suas consequências ambientais e sociais.
- ✓ Descrever e comparar os mecanismos de garantias financeiras adotados na Austrália, Canadá e Estados Unidos da América.
- ✓ Identificar lacunas e oportunidades de adaptação desses mecanismos para a realidade brasileira.
- ✓ Propor um modelo de garantias financeiras compatível com a realidade brasileira.

3 JUSTIFICATIVA

A falta de um planejamento para o fechamento de mina gerou nas últimas décadas uma grande quantidade de minas órfãs no Brasil, isso motivado pela falta de recursos financeiros voltados para a fase de desativação da mina, ou mesmo pela falta de fiscalização dos órgãos responsáveis do setor de mineração. A indústria mineral movimenta bilhões de reais anualmente no país, logo é possível pensar no desenvolvimento de mecanismos financeiros, para a etapa de descomissionamento do empreendimento mineiro. Dada a problemática do assunto é de grande relevância analisar as garantias financeiras para o PFM, compatíveis com o contexto atual da mineração no Brasil.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Ciclo de vida de uma mina

É possível observar no decorrer da vida de uma mina, as etapas de prospecção e pesquisa mineral, comissionamento, operação, beneficiamento e a desativação ou fechamento de mina, onde se inicia a reabilitação ambiental da área minerada para um possível uso futuro (Sánchez; Sánchez; Neri, 2013). A figura 1 resume as etapas do ciclo de vida de um empreendimento de mineração.

Figura 1- Etapas do ciclo de vida de uma mina.

ETAPAS DA VIDA DA MINA	MARCOS	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS
Estudo de viabilidade		Inclui a exploração, estudos de previabilidade, desenvolvimento de rotas de processo e estudos de viabilidade técnica, econômica e socioambiental. A exploração tem como objetivo descrever qualitativa e quantitativamente o depósito mineral. O estudo de viabilidade é conduzido para determinar o potencial do desenvolvimento do depósito mineral e a escala de produção.
↓	Início da implantação	
Implantação		Esta etapa se refere às atividades de construção e de preparação da mina e da infraestrutura necessária, inclui a aquisição de terras e a execução de programas compensatórios.
↓	Início da produção	
Operação		Designa a etapa da produção, podendo contemplar expansões, mudanças de processo, novas atividades de pesquisa mineral e a gestão do empreendimento.
↓	Encerramento da produção	
Desativação		Período que tem início pouco antes do término da produção mineral (encerramento) e se conclui com a remoção de todas as instalações desnecessárias e a implantação de medidas que garantam a segurança e a estabilidade da área, incluindo a recuperação ambiental e programas sociais.
↓	Fechamento	
Pós-fechamento		Período após a completa implementação das medidas de desativação, no qual são executadas ações como monitoramento, manutenção, cuidados temporários ou permanentes e programas sociais, visando atingir os objetivos de fechamento.
↓	Transferência de custódia	
Outra atividade/outro uso		

Fonte: Sánchez, Sánchez e Neri (2013, p. 42).

4.1.1 Pré-viabilidade e viabilidade econômica de uma mina

Quando um corpo mineral aflora em determinada região, há forte indicação da possível existência de uma jazida. A partir desse indício, iniciam-se as fases de prospecção, exploração e estudos geológicos e ambientais. Confirmada a presença de um depósito mineral com interesse econômico, passam a ser realizadas as etapas de pré-viabilidade e viabilidade econômica, que permitem avaliar a exequibilidade técnica e financeira do empreendimento.

De acordo com Loures (2018) o estudo de pré-viabilidade de um depósito de minério é a principal ferramenta para o processo de instalação de um projeto de mineração, sendo muito importante que seja realizado antes de qualquer investimento. Técnicas de geoestatística conferem confiança às análises, enquanto amostragens processadas por krigagem permitem estimar o teor de minério, a dimensão do depósito e o valor do produto a ser explorado.

É fundamental que os estudos de pré-viabilidade sejam elaborados com elevado grau de acerto, pois, nessa fase, os investidores geralmente já aplicaram uma quantidade significativa de capital, essencial para viabilizar etapas avançadas do projeto, como previsões, licenciamento e desenvolvimento de infraestrutura. Em muitos casos, quando um estudo com baixo nível de confiança é executado, torna-se financeiramente inviável um empreendimento que já recebeu alto investimento, gerando enorme prejuízo aos investidores (Loures, 2018).

Em resumo, nessa etapa ocorrem estudos focados nos diagnósticos socioambientais, identificação dos impactos ao meio ambiente e principalmente riscos relacionados aos investimentos aplicados no empreendimento.

Enquanto a etapa de viabilidade do empreendimento é composta do detalhamento dos resultados apresentados na etapa de Pré-viabilidade, com acréscimo de estudos com propósito de mensurar a reserva medida e o potencial de recuperação da jazida, comprovar a adequação técnica do método proposto, especificar e dimensionar a infraestrutura requerida, estimar o capital necessário e os custos operacionais ao longo da vida útil do projeto, identificar o mercado para o produto, determinar a viabilidade econômica, realizar análises de sensibilidade e definir a matriz de investimentos do empreendimento (Petter; Sampaio; Petter Filho, 2013).

Segundo Taveira (2003) a viabilidade do empreendimento de mineração deve considerar três fundamentos importantes: técnicos, ambientais e econômicos. No ponto de vista técnico devem ser considerados as ferramentas tecnológicas, para a obtenção eficiente de

resultados, adequando-se às regulamentações do país. No entendimento das questões ambientais, o empreendimento deve ser conduzido de maneira sustentável, com o mínimo possível de degradação ambiental e resguardo da sociedade afetada e dos órgãos ambientais. E o enfoque econômico abrange estratégias de maximização dos lucros esperados, adotando as melhores performances técnicas e uso eficiente de recursos.

O estudo de viabilidade econômica, por ser mais confiável e detalhado, determina o início das etapas seguintes do empreendimento, que envolvem o licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes. Esse processo ocorre, em regra, nas Secretarias Estaduais de Meio Ambiente (SEMA) ou, em casos específicos, no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O licenciamento compreende três fases principais: a Licença Prévia (LP), que aprova a localização e a concepção do projeto; a Licença de Instalação (LI), que autoriza a implantação das estruturas; e a Licença de Operação (LO), que permite o início efetivo das atividades da mina (CONAMA, 1997).

4.1.2 Comissionamento e operação de uma mina

Face ao exposto das fases iniciais do ciclo de vida de uma mina, como a pré-viabilidade, viabilidade econômica e licenciamento, o projeto segue para a fase de comissionamento, ou seja, é iniciado o desenvolvimento das estruturas essenciais para a etapa seguinte, que é a operações da mina.

Para Flores e Lima (2012) a fase do desenvolvimento de uma mina visa preparar a jazida para o seu aproveitamento, isso inclui a abertura de vias de acesso, abertura de áreas para depósito de estéril, estruturas como oficinas, refeitórios, escritórios, usinas de beneficiamento de minério, barragens de rejeitos e vilas residências para moradia de funcionários. O empreendimento minerário requer uma complexa infraestrutura que atenda todas as suas demandas a curto, médio e longo prazo.

Vale ressaltar que nessa etapa ocorre um aumento da migração de pessoas para a região de instalação da mina, o que resulta no crescimento exponencial da economia e da estrutura social. Deste modo, a instalação de um projeto para a extração mineral em uma região, gera a viabilidade e a expansão de outros setores econômicos não relacionados à mineração, como de outras inclinações naturais, necessidades econômicas e sociais (Magalhães, 2005 *apud* Almeida, 2006).

Após o comissionamento das estruturas essenciais para o pleno funcionamento da mina, iniciam-se as etapas de lavra e beneficiamento do minério de interesse.

A lavra é o aproveitamento da jazida em escala industrial, envolvendo as operações que garantem a produtividade mineral da mina, englobando o desmonte, carregamento e o transporte de minério, serviços essenciais de segurança e higiene, iluminação, drenagem, escoamento e reabilitação de áreas já mineradas. No beneficiamento ocorre o processamento das substâncias minerais, através de uma série de procedimentos como britagem, peneiramento, moagem, lavagem, deslamagem entre outros métodos de tratamento de minério, a fim de obter um concentrado de teor aceito pelo mercado (Flores; Lima, 2012).

Ao mesmo tempo em que a mina opera, o planejamento do fechamento deve ser considerado, garantindo que, ao final da vida útil do empreendimento, as etapas de desativação, descomissionamento e reabilitação ambiental sejam realizadas de forma organizada e segura.

4.2 Fechamento de Mina

A depender do tempo de exploração definido nas fases de pré-viabilidade e viabilidade econômica do projeto, será necessário promover a desativação da mina. Nessa fase acontece a descaracterização das estruturas comissionadas na etapa de instalação da mina, em seguida deve ser feita a reabilitação das áreas impactadas pela atividade de mineração, que poderão ser utilizadas posteriormente pelos próximos titulares (IBRAM, 2024).

O fechamento de uma mina ocorre após o fim da produção, marcando o término das atividades de desativação, implementação de segurança e estabilidade da área, como sinalização das vias de acesso, monitoramento de estruturas remanescentes e serviços de reabilitação ambiental (Sánchez; Silva-Sánchez; Neri, 2013).

Ao longo da vida da mina, algumas estruturas devem ser construídas para garantir os processos de produção, desde a lavra até o beneficiamento assim como estruturas administrativas. A desativação ou descomissionamento é o processo de remoção dessas estruturas, fazendo a promoção de medidas que possam garantir a segurança e estabilidade do local minerado, assim como assegurar a recuperação ambiental e programas sociais, marcando a transição entre o término da produção e o fechamento definitivo da mina (Sánchez, Silva-Sánchez; Neri, 2013).

Ao cumprir as etapas expostas acima, o titular da mina deve assegurar a total reabilitação ambiental e estabilidade de todo entorno do local explorado. Flores (2006) diz que o termo reabilitação é a associação das ideias de que a área do empreendimento será destinada a outros modos de utilização do solo, seguindo o projeto já estabelecido pelos envolvidos nesse processo.

O fechamento de uma mina envolve diversos desafios e requer planejamento desde as etapas iniciais do empreendimento, considerando aspectos de segurança, estabilidade e reabilitação ambiental das áreas impactadas. Sánchez, Silva-Sánchez e Neri (2013), dizem ainda que o planejamento de fechamento da mina começa junto com o estudo de viabilidade econômica da mina, permitindo que as opções de uso pós-mineração sejam avaliadas ao passo das alternativas de desenvolvimento do projeto.

4.2.1 Etapas do fechamento de mina

O fechamento de uma mina é um processo muito complexo, assim deve ser seguido de acordo com um plano pré-estabelecido desde a fase de Pré viabilidade econômica da jazida. O objetivo dessa etapa é assegurar a redução ou eliminação do passivo ambiental derivado das atividades de mineração em todos os aspectos possíveis, o que envolve descomissionamento, reabilitação, monitoramento e manutenção e pós fechamento (Flores; Lima, 2012).

Descomissionamento - Nessa etapa são realizadas ações essenciais para mitigar os efeitos adversos causados ao lençol freático, à disposição de estéril, às obras comissionadas na instalação da mina e aos efluentes gerados pela atividade de mineração, visando devolver a área a novos usos produtivos ao término da exploração mineral. Entre as atividades típicas dessa fase, destacam-se (Flores; Lima, 2012):

- Drenagem e destinação correta dos fluidos hidráulicos e óleo dos equipamentos
- Remoção de tubulações utilizadas para captação de água ou polpa de minério
- Demolição ou desmontagem de estruturas como escritórios, refeitórios, alojamentos e das usinas de beneficiamento.
- Remoção de quaisquer estruturas que não serão utilizadas em usos futuros da área.
- Em alguns casos, realocação de rejeitos a fim de promover a reabilitação da área.

Reabilitação – Essa etapa envolve ações de reparo dos impactos ambientais oriundos da mineração, sendo exigida pela constituição brasileira, envolvendo todos os interessados, a reabilitação deve garantir a reutilização do solo para outras atividades futuras (Flores; Lima, 2012). Todas as atividades de reabilitação devem ser seguidas de acordo com um plano de fechamento de mina ou ainda um plano de recuperação ambiental, a fim de evitar custos adicionais para tal fase.

Para retornar com as áreas impactadas pela mineração a condições estáveis, seguras, produtivas e autossustentáveis, o plano de reabilitação deverá incorporar ações que sejam capazes de (Knoll, 1999 *apud* Flores, 2006, p. 49):

- a) restabelecer uma cobertura vegetal adequada para a área. Esta cobertura pode e deve ser diversificada, em função do uso pós-mineração a que cada área está destinada;
- b) promover a proteção permanente do ar e das águas superficiais e subterrâneas;
- c) promover proteção à saúde e segurança públicas;
- d) restaurar habitats compatíveis com o uso pós-mineração de cada área, quando destinadas a pastagem, à promoção da vida selvagem ou reservas ambientais;
- e) promover a recomposição da configuração do relevo compatível com a bacia hidrográfica regional;
- f) restabelecer a estética ambiental, promovendo qualidade visual e oportunidades de recreação;
- g) promover a autossustentabilidade do sítio, em termos da estabilidade física, química e biológica dos recursos naturais.

Trata-se então de uma etapa muito importante do fechamento de mina, assim, o plano de reabilitação ambiental deve ser atualizado de acordo com o avanço da frente de lavra, não deixando para ser pensado nas fases finais de vida da mina, evitando-se assim custos adicionais para os investidores e possíveis sanções aplicadas pelos órgãos reguladores. Planejar previamente a recuperação das áreas impactadas pela lavra de minérios permite que as atividades de reabilitação sejam executadas simultaneamente ao avanço da exploração, possibilitando a utilização de técnicas inovadoras que reduzem custos e contribuem para a mitigação de passivos ambientais (Flores, 2006).

Monitoramento e Manutenção – Após a execução das atividades de reabilitação, a área pode apresentar danos ambientais não previstos pelos responsáveis pelo empreendimento, sendo o período de monitoramento determinado pelo grau de confiabilidade do processo anterior (Flores, 2006). O monitoramento e a manutenção do sítio mineiro são essenciais na etapa de fechamento, pois permitem avaliar, por meio de indicadores ambientais, a eficácia das medidas implementadas e o sucesso da reabilitação realizada (Camelo, 2006).

Por meios de dados coletados na área é possível analisar a eficácia da reabilitação do empreendimento, como análises da água, solo e qualidade do ar. Vale ressaltar que os indicadores ambientais devem ser monitorados pelo período necessário para comprovar a efetividade do fechamento, podendo variar de acordo com as características de cada mina. Os dados analisados na fase de monitoramento e manutenção serão repassados regularmente aos órgãos reguladores e outros interessados pelo processo de fechamento (Camelo, 2006).

4.2.2 Pós-fechamento

A depender da substância mineral explorada, as etapas anteriores do fechamento de mina podem ocorrer em diferentes períodos, dada a comprovação do sucesso de reabilitação, monitoramento e manutenção, o sítio está apto a outro uso futuro. O fechamento de mina é considerado concluído somente se atender todas as obrigações legais e critérios de avaliações estabelecidos pelo órgão regulador, assim como a transferência de custódia da área para outros titulares, quando aplicável (Sánchez; Silva-Sánchez; Neri, 2013).

O pós-fechamento da mina deve atender todos os critérios do plano de fechamento de mina, tanto no âmbito ambiental e social, pois a atividade mineral causa significativos impactos ao entorno da mina e na comunidade local. Logo, o fechamento e o pós-fechamento da mina devem ser planejados cuidadosamente, sendo contemplados com custos já previstos na fase do planejamento de mina, para atender a gestão do passivo derivado de áreas contaminadas, reabilitação e a definição de uso futuro do sítio (Araujo, 2016).

4.2.3 Motivos para o fechamento de uma mina

Como visto em tópicos anteriores, o fechamento de uma mina acontece naturalmente com a exaustão da jazida, porém outros fatores adversos podem ocasionar o fechamento da mina. Podemos abordar os principais fatores existente na literatura, tais como (Dias, 2013; Flores; Lima, 2012):

Fatores físicos – Uma jazida mineral é estimada nas fases iniciais do projeto de mineração, e posteriormente com a continuidade das pesquisas podemos redefinir a vida útil dessa tal reserva, a relação estéril/minério é determinante para a o prolongamento ou redução do tempo de exploração da mina. Logo uma reserva mal estimada pode ocasionar no fechamento prematuro de empreendimento mineiro.

Fatores de segurança - A estabilidade de taludes na mineração é considerada uma peça fundamental para a segurança dos operadores que estão diariamente no sítio de exploração mineral, em cava a céu aberto todas as etapas de desmonte e carregamento devem ser monitoradas, assim como nas cavas subterrâneas, qualquer erro geotécnico pode causar acidentes graves ocasionando no fechamento repentino da mina.

Fatores ambientais – Nas últimas décadas a exigência de proteção ambiental aumentou em todo o mundo, influenciando principalmente nas atividades que provoquem significativos impactos ambientais, como a mineração. Abrangendo novas minas até as que já estão em atividade há algumas dezenas de anos, quando não existia uma preocupação ambiental acentuada. Por exemplo, um passivo ambiental que exige um custo acentuado para reabilitação, exige soluções satisfatórias que equacionem os impactos, isso resulta na inviabilidade econômica para a exploração de tal jazida, restando somente a alternativa de interrupção definitiva da produção.

Fatores econômicos - O aumento do custo de produção, redução repentina do preço da commodity mineral no mercado, surgimento de produtos concorrentes mais baratos, assim como a redução da procura de produto e por vezes a redução das vendas podem levar a parada das operações de lavra.

Fatores geológicos – A redução do teor de corte e dos depósitos lavráveis são fatores geológicos que ocasionam no fechamento de mina prematuro, os motivos são devido a erros nos cálculos da reserva mineral. Onde supõe uma quantidade elevada das reservas cubadas, mas na realidade acaba sendo bem menor do que o esperado, além da baixa recuperação do minério, esses motivos podem resultar no fechamento da mina.

Fatores legais - Nos países mineradores, as legislações vigentes são determinantes para o início e continuidade das operações de uma mina, é possível lavrar uma substância mineral somente com as chamadas concessões de lavras, que impõe condicionantes para tal atividade, o não cumprimento das condicionantes podem levar à suspensão das licenças de operação e posteriormente ao fechamento temporário ou permanente da mina.

Outros fatores - Existem outras inúmeras causas para o fechamento de um empreendimento, como determinações políticas, aumento do custo da lavra da substância mineral, inviabilidade

de logística e comércio do minério, motivos de eventos inevitáveis, ou ainda mudanças climáticas que impeçam as operações da mina.

4.2.4 Tipos de fechamento de mina

Quando um empreendimento mineiro é encerrado seguindo um plano detalhado de fechamento de mina, podemos dizer que é um fechamento programado, caso contrário, é um fechamento prematuro que por motivos adversos, ocasiona no encerramento das atividades da mina. De acordo com Dias (2013) o encerramento de uma mina pode ser temporário ou de forma definitiva. O fechamento temporário é quando há a suspensão ou interrupção por um breve período das operações, sendo retomadas posteriormente, o que não se aplica ao fechamento definitivo.

Em ambas as modalidades de fechamento de mina, a Norma de Regulamentação Minerária (NRM) nº 20 dispõe de mecanismos administrativos e operacionais que regulam o fechamento, suspensão e reinício das atividades de mineração, implementada pela Portaria nº 237/2001 do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atualmente sob a responsabilidade da ANM (Agência Nacional de Mineração, 2017). O artigo 58 do Código de Mineração do Brasil, regula a suspensão temporária de lavra e renúncia do título de lavra, como disposto:

Poderá o titular da portaria de concessão de lavra, mediante requerimento justificado ao Ministro de Estado de Minas e Energia, obter a suspensão temporária da lavra, ou comunicar a renúncia ao seu título.

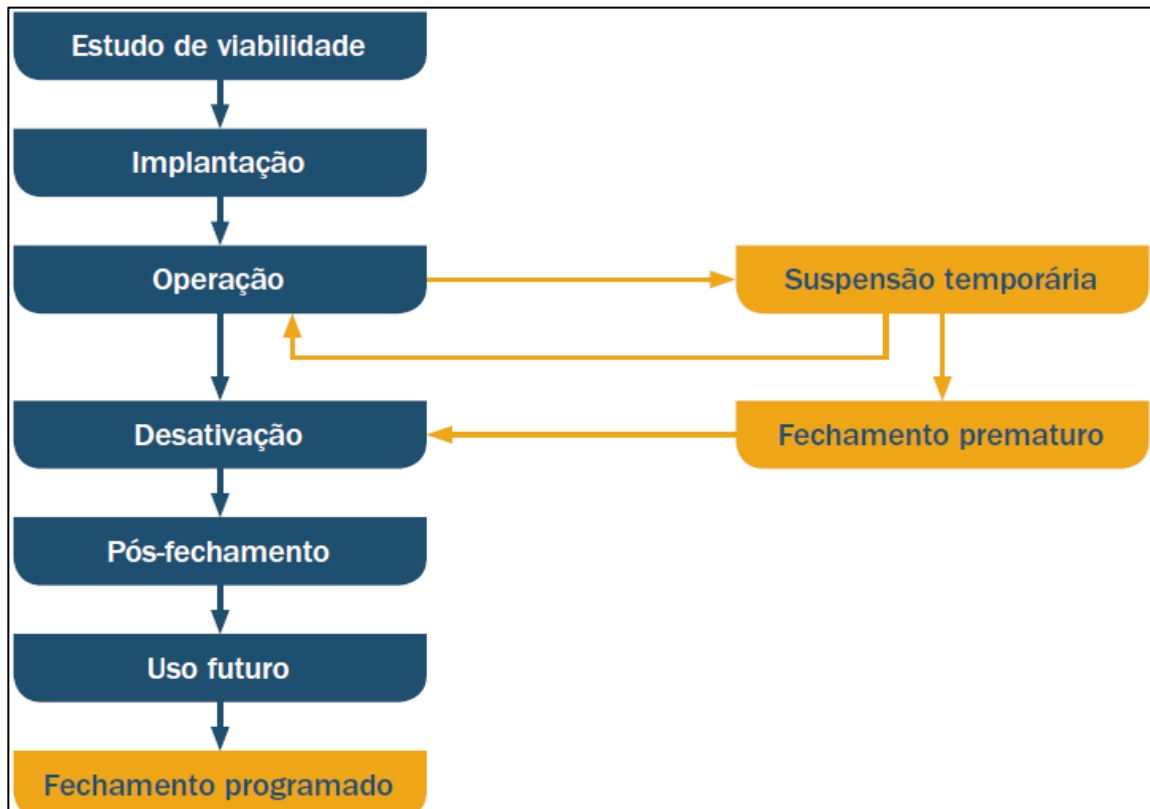
§ 1º Em ambos os casos, o requerimento será acompanhado de um relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina, e suas possibilidades futuras.

§ 2º Somente após verificação "in loco" por um de seus técnicos, emitirá o DNPM parecer conclusivo para decisão do Ministro das Minas e Energia.

§ 3º Não aceitas as razões da suspensão dos trabalhos, ou efetivada a renúncia, caberá ao DNPM sugerir ao Ministro das Minas e Energia medidas que se fizerem necessárias à continuação dos trabalhos e a aplicação de sanções, se for o caso (Brasil, 1967, art. 58º).

Em casos específicos o reinício das operações da mina é feito por outra empresa, que por motivos adversos assume o título de lavra, sendo especializada na exploração da mesma substância mineral ou não. Por outro lado, a área deve ser reabilitada e monitorada, ocorrendo então, o fechamento definitivo da mina, a figura 2 mostra o fluxograma do ciclo de vida de uma mina, tendo como fase final o fechamento programado, e cenários de suspensão temporária e fechamento prematuro (Sánchez; Sánchez; Neri, 2013).

Figura 2 - Cronograma da vida útil de uma mina.



Fonte: Sánchez, Sánchez e Neri (2013, p. 43).

4.2.5 Fechamento de Mina Programado

De acordo Sánchez (2011) o fechamento programado segue diretrizes de um plano de fechamento de mina, que, por sua vez, deve ser pensado nas fases iniciais do projeto de mineração, prevendo medidas e serviços como a estabilização de taludes, a reabilitação das áreas exauridas e o manejo adequado dos depósitos de estéril, com o objetivo de garantir a biodiversidade do local em todo o ciclo de vida da mina.

Para elaborar um plano de fechamento de mina eficaz, deve-se considerar duas etapas diferentes; contudo, ambas possuem a mesma importância: o planejamento e a implementação. A coordenação e a gestão desses aspectos resultam no fechamento sistemático do empreendimento, com segurança, tornando-o tecnicamente e economicamente viável (Sánchez; Silva-Sánchez; Neri, 2013). Segundo Tonidandel *et al.* (2012) na etapa de fechamento é muito importante conhecer quais impactos ambientais serão causados durante a implantação e a operação do projeto, garantindo o monitoramento e sua atualização durante todas as fases da vida útil da mina.

O planejamento do fechamento de minas deve ser considerado desde a concepção do projeto e se estender também às minas em operação. Esse processo deve envolver tanto as partes interessadas internas quanto externas, sendo fundamental que os resultados sejam formalizados em planos e documentos específicos. Além disso, é necessário estimar os custos associados ao fechamento, acompanhar o desenvolvimento socioeconômico local e revisar continuamente o plano sempre que houver mudanças significativas no empreendimento ou em seu entorno (Sánchez, 2011).

A importância da atualização do plano de fechamento no decorrer da vida útil da mina, garante aos responsáveis a adoção de medidas eficazes para sanar ou mitigar os impactos causados pela etapa de produção da mina. Flores (2006) enfatiza ainda que o plano de fechamento da mina, deve ser um mecanismo flexível, passando por análises periódicas e alterações, deve ser adaptado conforme as necessidades e variações dos custos.

4.2.6 Fechamento de mina prematuro

Nessa modalidade de fechamento de mina, é necessário que a empresa titular da lavra esteja munida no mínimo de um plano conceitual de fechamento, pois as operações são paralisadas repentinamente por motivos já expostos em tópicos anteriores. No caso de o fechamento acontecer sem data prevista, se faz necessário acelerar a execução do plano de fechamento da mina (Taveira, 2003).

O fechamento prematuro é muito comum na mineração, pois os motivos diversos são imprevisíveis pelas mineradoras, Sanchez (2011, p. 118) enumera as principais causas do fechamento prematuro:

- (I) - Queda dos preços das matérias-primas minerais.
- (II) - Redução do mercado para determinados bens minerais por razões de saúde (como o amianto), por competição com outros materiais ou mudanças tecnológicas que levem à obsolescência dos processos industriais que utilizavam certos bens minerais.
- (III) - Acidentes ou incidentes de operação, como rupturas de barragens de rejeitos rupturas de taludes ou desmoronamento de escavações subterrâneas.
- (IV) - Decisões empresariais decorrentes de venda de ativos, fusões ou aquisições ou mudança de composição acionária.
- (V) - Eventos externos extremos decorrentes de processos geológicos, atmosféricos ou mudanças climáticas
- (VI) - Mudanças de políticas governamentais, como aumento de impostos, mudanças de legislação ambiental, decisões administrativas motivadas por pressão da comunidade ou decisões judiciais.
- (VII) - Conhecimento geológico insuficiente acerca da jazida
- (VIII) - Erros de projeto que causem dificuldades operacionais ou custos elevados
- (IX) - Fraude ou outras práticas comerciais ilícitas

(X) - custos do plano de contingência e das medidas de monitoramento e manutenção durante a suspensão temporária.

Em muitos empreendimentos de mineração ocorre a prorrogação da vida útil da mina, sendo necessária a atualização do PFM. Entretanto, é fundamental prever um possível fechamento prematuro, a fim de evitar dificuldades adicionais em um encerramento repentino, como a execução do mecanismo de desativação em um breve período, conforme estabelece a Resolução ANM nº 68/2021.

Se ocorrer o fechamento sem data prevista, a empresa que esteja despreparada, pode causar inúmeros impactos negativos, tanto para a comunidade, no meio ambiente e na própria companhia. Deve-se considerar no plano de fechamento emergencial as medidas adotadas na fase de pós fechamento de mina.

4.3 Legislação e Normativas Brasileiras quanto ao fechamento de mina

O recente histórico da mineração no âmbito nacional e internacional aponta que somente a partir dos anos 80 surgiram as regulamentações voltadas ao fechamento de mina, os códigos de mineração dos países mineradores regulamentavam somente os regimes de exploração e criavam normas administrativas para o aproveitamento mineral, sem nem um enfoque para um plano de desativação (Camelo, 2006).

Nas pesquisas de Camelo (2006) a Lei nº 6.938/81 regulamentada pelo decreto 97.632/89 da Constituição Federal de 1988 e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), resultaram na introdução da ideia de um planejamento de fechamento de mina nos projetos de mineração no Brasil, com inspiração dada na importância do desenvolvimento sustentável em outros países.

No passo em que leis e decretos foram normatizando a fase de desativação de minas no Brasil, em 2021 a Agência Nacional de Mineração (ANM), publicou a Resolução nº 68/2021, que dispõe sobre as regras de elaboração do plano de fechamento de mina (PFM), válido para todos os empreendimentos que possuem títulos de autorização de lavra em operação, com essa atualização, as empresas são obrigadas a apresentar um PFM desde a etapa dos estudos de viabilidade na nova mina, ou ainda, implementar um plano para suas minas em atividade.

Entre os principais requisitos da Resolução nº 68/2021 estão a necessidade de um cronograma detalhado para o descomissionamento da mina, deve contemplar a identificação e

mitigação de riscos ambientais e sociais, definição de ações específicas para a recuperação do solo e da vegetação nativa da área impactada, além de mecanismos para monitoramento contínuo após o fechamento.

4.3.1 Código de Mineração

O Código de Mineração, instituído pelo Decreto-Lei nº 227 de 1967, é a principal lei regulatória das atividades minerárias no Brasil. Estabelecendo as diretrizes para a concessão de pesquisa e lavra de recursos minerais, contendo todos os dispositivos legais que disciplinam a atividade minerária no país. Conforme o código de mineração, a administração dos recursos minerais, bem como a regulação da produção, distribuição, comércio e consumo de produtos minerais, é uma competência da União (Brasil, 1967).

Ao longo da evolução de normativas e decretos que regulamentam a mineração no Brasil, o Decreto LEI Nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 fez uma importante alteração no código de mineração. Especificamente, os novos artigos 6º-A, 43-A e 47-A do Decreto-Lei nº 227/1967 exigindo que o fechamento da mina seja validado pelos órgãos reguladores competentes, e que a recuperação ambiental das áreas impactadas sejam integralmente cumpridas, destacando a importância da sustentabilidade e da prevenção de desastres ambientais (Brasil, 1967).

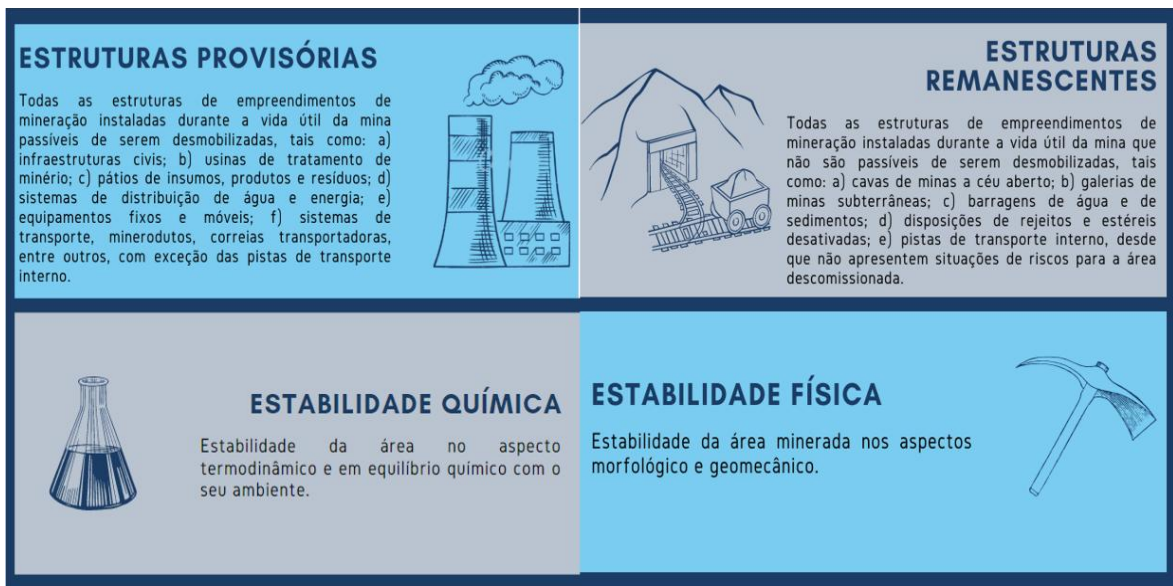
4.3.2 Resolução ANM 68/2021

A Resolução ANM Nº 68/2021 dispõe sobre os conjuntos de instruções para a elaboração do PFM, que se aplicam a todas as operações minerárias com título de lavra no Brasil. Essa norma estabelece um planejamento detalhado para a desativação das atividades, incluindo a recuperação ambiental das áreas impactadas, visando garantir a sustentabilidade e a segurança após o encerramento das atividades minerárias (Agência Nacional de Mineração, 2021).

Entre os principais requisitos da resolução, está a exigência de um cronograma detalhado de fechamento que abranja a desativação das instalações e a recuperação do solo e da vegetação nativa. A resolução também requer a identificação de riscos ambientais e sociais, garantindo que o processo minimize impactos negativos e promova o desenvolvimento sustentável (Agência Nacional de Mineração, 2021).

É determinado ainda que o PFM seja validado pelos órgãos reguladores e ambientais competentes, assegurando que todas as etapas estejam em conformidade com as normas vigentes. Essa validação é importante para garantir a estabilidade ambiental e a segurança das comunidades afetadas pelo encerramento da mina. Para melhor entendimento da Resolução ANM 68/2021, Freire (2022) detalha de maneira didática os principais conceitos que servem para sua interpretação, conforme mostrado nas figuras 3, 4 e 5.

Figura 3 - Estruturas e procedimentos que devem constar no PFM.



Fonte: Freire (2022, p. 1).

Figura 4 - Elementos padronizados do plano de fechamento de mina.



Fonte: Freire (2022, p. 1).

Figura 5 - Elementos do plano de fechamento por exaustão, na operação e antes da exaustão.



Fonte: Freire (2022, p. 1).

4.4 Problemática do Abandono de mina no Brasil

A mineração é uma das atividades mais antigas da humanidade, a cada século, o homem desenvolveu novas técnicas de exploração, aumentando consideravelmente a capacidade de produção e concentração de minério. A indústria mineral é importante no desenvolvimento da economia de um país, pois proporciona o bem-estar da sociedade, ao fornecer a matéria prima de muitos produtos que favoreceram a evolução da humanidade (Vale, 2023).

De acordo com Bergamo (2023) o abandono das minas é um desafio enfrentado por diversos países, e o Brasil também detém inúmeros sítios de mineração em estado de abandono que não passaram por uma etapa de fechamento. Esses passivos por sua vez, ameaçam a saúde, a segurança, o meio ambiente e a sociedade vizinha, mesmo com as empresas sendo penalmente punidas, muitos desses impactos ainda não foram mitigados.

Vale (2023) ressalta que a mineração causa significativos danos ambientais, e que é preciso um equilíbrio entre economia mineral e preservação ambiental, por regulamentação e sustentabilidade, a fim de compensar o histórico de passivos ambientais da mineração pioneira.

Na atualidade, ainda é possível observar muitos empreendimentos de mineração que foram deixados por empresas, sem a execução de uma reabilitação ambiental da área explorada (Paranhos, 2012). Como observado em tópicos anteriores, essa realidade demonstra a ausência de regulamentações e fiscalizações mais efetivas quanto ao fechamento de mina em um passado recente do Brasil.

4.4.1 Passivos ambientais

O Passivo ambiental pode ser definido como, “benefícios econômicos ou aos resultados que serão sacrificados em razão da necessidade de preservar, proteger e recuperar o meio ambiente” (Ribeiro 2006, p. 73, *apud* Oliveira; Pereira, 2014). Por outro lado, Pordeus (2013) sintetiza que o Passivo Ambiental deve ser reconhecido a partir da responsabilidade da empresa que gerou custos ambientais e deve lidar com as despesas, desde que se enquadre nos critérios de reconhecimento de obrigações.

O surgimento de passivos ambientais se dá a partir de impactos causados ou em andamento ao meio ambiente e está ligado ao custo, gastos e aportes necessários para a reabilitação integral, influenciando no capital das empresas, seja pela desvalorização das suas ações, seja pela mitigação de riscos ambientais (Oliveira; Pereira, 2014).

Um planejamento de fechamento da mina quando negligenciado, ou mal executado, pode levar a casos de abandono da área degradada, isso devido ao custo elevado para uma reabilitação, deixando passivos ambientais para governos e comunidades. Empresas experientes no fechamento consideram somente o fechamento planejado. Mas devem considerar o risco de um fechamento prematuro, pois há muitos casos em que terceiros sofrerão com os impactos negativos da desativação inesperada, afetando economicamente a sociedade local (Figueiredo, 2022).

Até então, mineradoras buscavam a melhoria da gestão ambiental, adotando novas tecnologias nas minas atuais, otimizando as operações e convencimento das comunidades afetadas, deixando de lidar com os passivos ambientais de suas minas antigas ou desativadas (Killeen, 2024). Mas essa prática resultou em acidentes que consumiram um enorme capital de empresas do setor.

Em sua publicação, Killeen (2024) relata os principais acidentes da história recente do Brasil com passivos ambientais de mineração, como o rompimento da barragem de rejeitos nos municípios de Mariana e Brumadinho, ambos no estado de Minas Gerais. Negligenciar passivos oriundos da mineração gera custos imensuráveis às empresas, daí, a necessidade da gestão correta de tais passivos.

Figura 6 – Devastação causada pelo rompimento da barragem de brumadinho.



Fonte: Carvalho (2019, p. 1).

Como visto na figura 6, passivos ambientais prejudicam não somente as empresas causadoras, mas acarretam impactos a terceiros como comunidades e outros municípios vizinhos, além de prejudicar a fauna e flora da região, como no caso do rompimento da barragem de Brumadinho.

4.4.2 Casos de minas abandonadas no Brasil e casos de novas atividades

De certo modo, minas são abandonadas por vários motivos, porém dois fatores principais acarretam tal prática, quando o minério de interesse é exaurido, ou ainda quando os custos de extração mineral se tornam elevados, deixando de ser lucrativo. Nessas situações, se o plano de fechamento não for eficaz, o proprietário acaba optando por abandonar o empreendimento, sem as respectivas ações de reabilitação ambiental, isso aos custos elevados. (Figueiredo, 2022).

Em uma série de estudos, Araujo (2016) aborda que nas últimas décadas inúmeras empresas de mineração deixaram um legado de minas abandonadas, apresentando alguns casos que marcaram a história da mineração no Brasil:

Minas de ouro abandonadas no quadrilátero ferrífero em Minas Gerais, onde a lixiviação das minas antigas ainda causa inúmeros danos aos lençóis freáticos da região.

Nos municípios de Ouro Preto (MG), Crixás (GO), Morro do Ouro em Paracatu (MG) e na Fazenda Brasileiro (BA), a água presente nas cavas subterrâneas de ouro, apresentam acentuada concentração de substâncias tóxicas.

Na Serra do Navio e em Santana, no estado do Pará, os moradores destes municípios foram afetados pela contaminação de arsênio, resultado de passivos gerados pela mineração de Ferro e Manganês na região, afetando rios e águas subterrâneas. O fechamento ineficaz dessas minas causou também impactos socioeconômicos nas cidades locais.

O município de Bom Jesus (BA) enfrenta os mesmos problemas das cidades paraenses, após três décadas de mineração de amianto, a desativação e abandono das minas, deixaram passivos ambientais como uma cava de 200 metros de profundidade, sendo submersa por água contaminada, prejudicando a população local e outros municípios vizinhos.

Em Boquira (BA), rejeitos de uma antiga lavra de chumbo explorada por 30 anos, apresenta índices ambientais inaceitáveis, ameaçando os mananciais e o terreno, após uma barragem da mina se romper.

Moradores de Santo Amaro (BA), são afetados pela poluição e contaminação derivados da mineração de chumbo entre os anos de 1960 e 1993, milhões de toneladas de passivo ambiental da exploração de chumbo causam impactos relevantes, que são estudados até os dias atuais, além de danos à saúde, os efeitos são observados no baixo valor das terras afetadas pela contaminação.

Em Alto Vale do Ribeira (PR) é visto outro caso de contaminação em vários municípios, oriundo de mina abandonada da produção de chumbo.

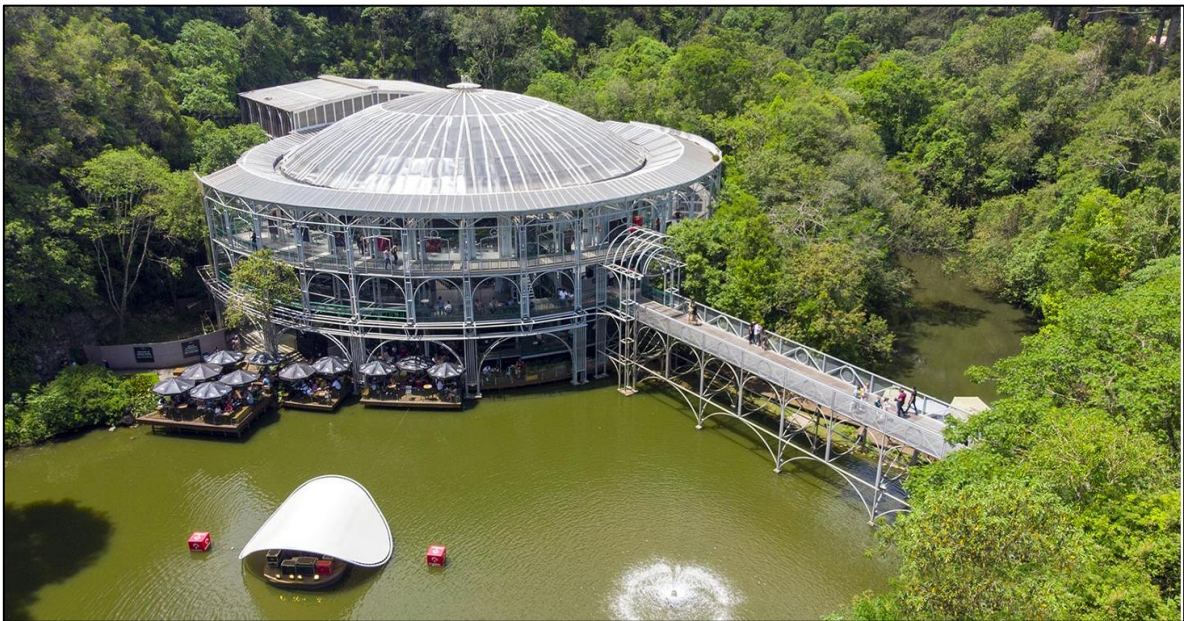
Nos municípios mineiros de Caldas e Poços de Caldas, passivos ambientais resultantes da operação e tratamento de urânio, deixaram riscos radioativos para moradores do entorno e região, além de provocar drenagem ácida de mina nos antigos depósitos de estéril e rejeito.

Os maiores passivos ambientais derivados de minas abandonadas estão localizados em Santa Catarina, antigas cavas subterrâneas de carvão ainda geram graves impactos, como drenagem ácida de mina, que poluem águas superficiais e lençóis freáticos da região. Bacias

hidrográficas dos principais rios do estado sofreram acidificação de suas águas, resultado de mais de um século de mineração de carvão.

A autora ainda enfatiza que existem casos de fechamentos bem-sucedidos no país, como a reabilitação de uma antiga pedreira em Curitiba (PR) que deu origem à conhecida Ópera de Arame, exemplos semelhantes podem ser observados em diferentes estados, nos quais áreas anteriormente destinadas à mineração foram reabilitadas e passaram a abrigar novos usos como visto nas figuras 7, 8 e 9.

Figura 7 - Ópera de arame construída em uma antiga pedreira.



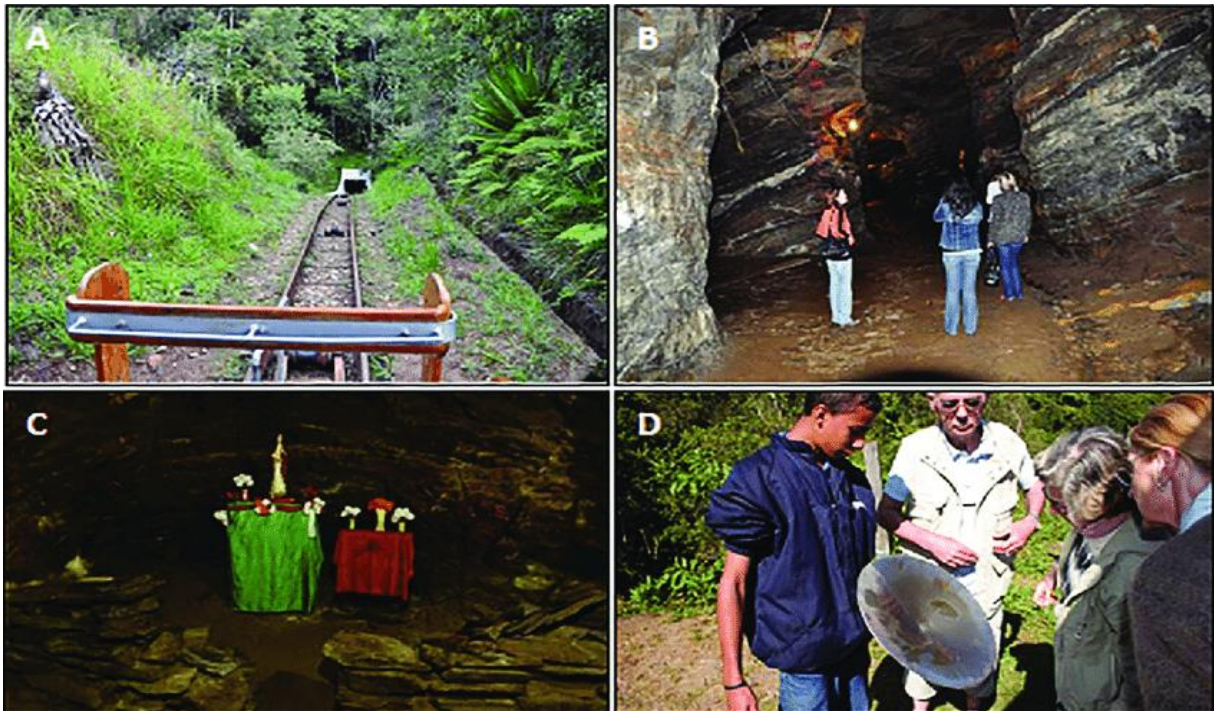
Fonte: Transmineração (2025, p. 1).

Figura 8 - Parque do Varvito em Itu (SP) local de uma antiga pedreira.



Fonte: Ferrari (2015, p. 1).

Figura 9 - Mina da passagem em Mariana (MG) – A) entrada da mina; B) Pilares autosuportante; C) Altar de Santa Barbara e D) Visitantes bateando ouro.



Fonte: Ruchkys, Travassos e Režun (2017, p. 232).

4.4.3 Impactos Causados

Como apresentado anteriormente, a herança deixada por empreendimentos de mineração sem uma reabilitação da área é denominada de passivo ambiental, no qual a empresa responsável deixa de arcar com os custos necessários para seu respectivo descomissionamento. O abandono das áreas degradadas pela mineração representa uma grave ameaça ambiental, pois os rejeitos e o estéril provenientes da produção ficam expostos à lixiviação contínua e aos efeitos erosivos, espalhando contaminantes por toda a região (Rosado, 2009).

Segundo Rosado (2009) os sítios de mineração degradados sem monitoramento, apresentam impactos ambientais irreversíveis, gerando poluição antrópica. A exposição dos resíduos a céu aberto facilita a disseminação e acúmulo de metais pesados, contaminando o solo, água e a vegetação.

No sul do Brasil, estão localizados os maiores passivos ambientais derivados das antigas minas de carvão abandonadas. Araujo (2016, p. 41) afirma que “os resíduos resultantes do beneficiamento do carvão e os estéreis derivados contêm pirita, um dos principais causadores de drenagem ácida de mina (DAM)”.

Além da drenagem ácida de mina, os resíduos do tratamento de carvão afetam diretamente o terreno. Cerqueira *et al.* (2012) afirmam que os depósitos de rejeitos e os solos

ao entorno continuam inférteis, pois de certo modo as plantas ficam incapazes de se readaptarem em áreas de PH ácido e níveis elevados de elementos com potenciais perigosos.

Outro exemplo de impacto é que em um passado muito recente, quando uma mina era desativada ou abandonada, causava colapso social e econômico de pequenas cidades instaladas ao entorno. Ainda nos dias de hoje, o encerramento das atividades de uma mina pode gerar a desativação ou a demolição de estruturas residenciais, como alojamentos e vilas de funcionários, sobretudo em regiões isoladas, como no norte do Canadá ou no deserto australiano (Sánchez, 2011).

4.5 Garantias financeiras para o fechamento de minas

De acordo com o relatório do Word Bank (Sassoon, 2009) os mecanismos de garantias financeiras devem ser sólidos, pois devem garantir a existência de fundos disponíveis para a etapa de fechamento de mina, como reabilitação, monitoramento e manutenção das áreas utilizadas pela mineração. Os elevados custos dessa fase, devem ser planejados e calculados durante toda a vida útil do empreendimento, pois os mecanismos de garantia apresentados pelas empresas de mineração devem ser suficientes para mitigar todos os impactos ambientais causados em todo o ciclo de vida da mina.

A escolha do instrumento de garantia financeira compatível com a demanda da empresa é a chave da eficácia da ferramenta. Existem inúmeras opções a disposição, e a escolha deve ser de acordo com a saúde financeira da empresa, a quantidade do fundo solicitado como garantia e o período que tal valor deve ficar acessível (Sassoon, 2009). Como apontado pelo relatório, as empresas do setor de mineração podem escolher dentre os vários mecanismos de garantias financeiras para cobrir custos relacionados ao fechamento da mina, evitando que os passivos sejam deixados a encargos de terceiros.

Cabe ressaltar que o documento apresentado pelo Word Bank enfatiza que as garantias financeiras sejam isoladas de outros ativos da empresa, pois estará protegido de situações como falência ou indevidas intervenções governamentais.

O quadro 1 detalha resumidamente os mecanismos de garantias financeiras disponíveis e os mais utilizadas por empresas do seguimento de mineração para o fechamento de mina, as diversas opções podem ser utilizadas de acordo com a necessidade de cada projeto ou empresa, levando em consideração os custos, liquidez, acessibilidade e aceitação pública.

Quadro 1 - Mecanismo de Garantias Financeiras e suas características.

Garantia Financeira	Característica
Carta de Crédito (Bank Guarantee)	Um acordo irrevogável entre um banco e o proponente que fornece fundos ao governo caso necessário. É renovado anualmente e requer aprovação governamental para alterações.
Seguro (Surety Bond).	Emitido por uma companhia de seguros para garantir fundos ao governo mediante condições específicas. Pode ser renovado e ajustado conforme o plano de reabilitação.
Fundo de Truste.	Um fundo dedicado exclusivamente à reabilitação de um local, administrado por uma companhia de trustee. Inclui pagamentos estruturados ao longo do tempo, com possibilidades de investimento para apreciação do valor.
Depósito em Dinheiro.	Um depósito direto em uma conta específica, gerido por uma instituição financeira, com recursos compartilhados entre governo e empresa.
Garantia da Empresa (Company Guarantee).	Baseada em uma avaliação de estabilidade financeira da empresa. Menos popular devido ao risco elevado, especialmente no caso de falência.
Esquema de Seguro.	Projetos específicos de seguro, que combinam diferentes produtos para cobrir custos de reabilitação, proteção contra alterações nos planos e retorno de fundos excedentes à empresa.
Fundo Coletivo (Fund Pool).	Um fundo compartilhado entre operadores da indústria na região, administrado pela própria indústria. É menos preferido devido à falta de controle governamental.
Fundo de amortização (Sinking Fund).	Pagamentos incrementais para formar um fundo completo até metade da vida útil do projeto, cobrindo obrigações pendentes de reabilitação.

Fonte: Adaptado de (Sassoon, 2009).

No quadro 2, são resumidas as vantagens e desvantagens das garantias financeiras estudadas pelo documento do Word Bank. Empresas devem adotar com cautela esses mecanismos, pois a opção errada, além de colocar em risco a saúde financeira da empresa, pode comprometer o fechamento e reabilitação adequado das áreas afetadas pela mineração.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos mecanismos mais utilizados por mineradoras.

Instrumento	Vantagens	Desvantagens
Garantia da Empresa	Mais vantajoso para empresa de mineração. Não Imobiliza capital. Simples de administrar Disponibilidade pública de relatórios anuais	Mesmo empresas muito grandes podem falir, independentemente de sua saúde financeira no início do projeto de mineração. Relatórios anuais e demonstrações financeiras não estão imunes à manipulação. Isso pode resultar em uma aceitação pública problemática.
Apólice de Seguro	Baixos custos também para empresas de mineração menores. Sem capital imobilizado. Fluxo de caixa modesto por parte do operador da mina.	Atualmente, existem poucos produtos de seguro no mercado. Relutância por parte de grandes seguradoras em cobrir riscos de responsabilidade ambiental

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos mecanismos mais utilizados por mineradoras (continuação).

Depósito em Dinheiro	<p>O dinheiro está prontamente disponível para fechamento e reabilitação.</p> <p>Os títulos de investimento de alta qualidade (tesouro) podem ser negociados com risco mínimo de liquidez.</p> <p>Alta aceitação pública.</p> <p>Para pequenas empresas de mineração e empresas emergentes, se não atenderem aos critérios de um banco.</p> <p>Pode ser dissolvido parcialmente em caso de necessidade.</p> <p>Pode ser transferido para um fundo coletivo.</p>	<p>Um capital significativo fica imobilizado durante a vida útil da mina, especialmente para grandes projetos de mineração.</p> <p>Alguns governos podem se sentir tentados a usar o dinheiro depositado para fins diferentes da garantia do projeto de mineração.</p> <p>O dinheiro é mais vulnerável à perda por fraude ou roubo</p>
Carta de crédito (Garantia bancária)	<p>Barato para configurar (desde que a empresa atenda aos requisitos do banco)</p> <p>Sem capital imobilizado</p> <p>Fluxo de caixa modesto por parte do operador da mina</p> <p>Menos requisitos administrativos</p> <p>O governo pode reservar o direito de aprovar os bancos dos quais aceita uma Carta de Crédito (LOC), minimizando o risco de falha de bancos fracos</p>	<p>O próprio provedor de garantia (banco, companhia de seguros) pode falhar.</p> <p>Obter uma Carta de Crédito pode reduzir o poder de empréstimo da empresa de mineração.</p> <p>A disponibilidade de garantias depende do estado da indústria de seguros e pode ser negativamente afetada por forças de mercado externas à indústria de mineração</p>
Fiança de Seguro	<p>Custos geralmente baixos</p> <p>Sem capital imobilizado</p>	<p>O emissor do título pode falhar no longo prazo.</p> <p>A classificação da empresa determina o custo e será substancialmente mais alta para empresas pequenas, especialmente aquelas sem histórico comprovado.</p>
Fundo Fiduciário	<p>Alta aceitação pública.</p> <p>Fundos fiduciários valorizam-se com o tempo.</p>	<p>Risco de má gestão do fundo fiduciário (perda de valor caso o fundo invista em ativos arriscados)</p> <p>O fundo fiduciário pode não ter valor acumulado suficiente por meio de pagamentos anuais se o projeto de mineração for encerrado prematuramente</p> <p>A gestão e administração do fundo fiduciário consomem parte do valor e da renda obtida</p>

Fonte: Adaptado de (Sassoon, 2009).

5 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, com o objetivo de analisar garantias financeiras para o fechamento de minas, comparando modelos internacionais e propondo uma adaptação ao contexto brasileiro. O tema foi delimitado com base em sua relevância acadêmica e prática, enfocando a lacuna regulatória no Brasil frente à ausência de garantias financeiras obrigatórias, em contraste com as práticas consolidadas em países como Austrália, Canadá e Estados Unidos.

Foram consultadas bases de dados científicas como Google Scholar e SciELO, resoluções da Agência Nacional de Mineração (ANM), relatórios de instituições nacionais e internacionais (Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM, World Bank, Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development - IGF). A seleção incluiu artigos, teses, dissertações, relatórios técnicos e legislações, majoritariamente publicados nos últimos 20 anos, em português ou inglês, priorizando fontes que combinassem fundamentos teóricos e discussões recentes. Foram excluídas fontes duplicadas, materiais sem relevância direta e publicações opinativas sem validação acadêmica ou institucional.

As informações coletadas foram fichadas e organizadas por eixos temáticos: Ciclo de vida da mineração e abandono de minas no Brasil; Modelos de garantias financeiras na Austrália, Canadá e EUA; Arcabouço regulatório brasileiro, incluindo Resolução ANM N° 68/2021 e minuta de resolução sobre o tema.

O conteúdo foi estruturado em quadros comparativos (Quadros 3 a 7) e discussões textuais, facilitando a análise crítica das semelhanças e diferenças entre os modelos e a fundamentação da proposta final.

A principal limitação do estudo decorre do fato de que, por se tratar de revisão bibliográfica, seus resultados dependem da qualidade e disponibilidade das fontes, especialmente devido à escassez de literatura nacional consolidada sobre garantias financeiras, exigindo maior uso de relatórios e estudos internacionais.

A pesquisa foi realizada entre agosto de 2024 e agosto de 2025, abrangendo aproximadamente 43 fontes, incluindo artigos, relatórios, teses, legislações e documentos técnicos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mineração gerou riqueza aos países industrializados ao longo dos séculos, porém, sem preocupação com as questões ambientais, deixando legados que representam riscos à continuidade da vida. A partir da década de 1970, esses países passaram a adotar boas práticas de mineração, exigindo investimentos financeiros elevados para mitigar os impactos ambientais. Surgiram, assim, sistemas técnicos e legais de regulamentação para a conservação e recuperação ambiental, incorporando um elevado grau de exigências ao longo de todo o ciclo de vida dos projetos de mineração (Flores, 2006).

Essas mudanças históricas serviram de base para a implementação de mecanismos formais de garantias financeiras, que buscam assegurar o cumprimento das obrigações ambientais em todas as fases da atividade minerária.

Nesse contexto, o relatório do World Bank, apontou os principais mecanismos de garantias financeiras exigidos em alguns países incluindo a Austrália, Canadá e EUA para a fase de fechamento de mina. Outro relatório apresentado pelo Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF, 2021), afirma que esses países, estão entre os líderes nas exigências de garantias financeiras para o fechamento de mina, e exigem que sejam apresentadas antes do início das operações, passando por revisões e adequações a fim de atender as necessidades do fechamento da mina.

6.1 Garantias financeiras para o fechamento de mina na Austrália

Todos os sete estados australianos, Nova Gales do Sul, Austrália Ocidental, Queensland, Austrália do Sul, Vitória, Território do Norte e Tasmânia, apresentam regulamentações específicas para o fechamento de minas. Na grande maioria, as leis estaduais adotam obrigações jurídicas para uma gestão ambiental das áreas mineradas e para o processo de reabilitação. Além disso, cada estado estabelece diretrizes técnicas que regem o fechamento e a reabilitação das áreas mineradas (IGF, 2021).

As empresas mineradoras devem apresentar aos órgãos reguladores estimativas de custos para o fechamento da mina, e obrigatoriamente uma garantia financeira, sendo um requisito fundamental do licenciamento ambiental dos empreendimentos mineiros nos estados australianos, além se pagarem taxas relacionadas aos impactos causados na perturbação do solo ao fundo governamental de recuperação ambiental em alguns estados.

Com base nas informações dos relatórios do World Bank e do IGF, o quadro 3 resume as principais garantias financeiras exigidas para o fechamento de mina nos estados da Austrália.

Quadro 3 - Garantias financeiras exigidas nos estados da Austrália.

Estado/Território	Garantias Financeiras	Observações
Austrália Ocidental	- Fundo de Reabilitação de Minas (MRF) - Carta de crédito	Modelo híbrido com fundo coletivo; revisão anual obrigatória.
Queensland	- Carta de crédito - Seguro (Surety bond) - Garantia em dinheiro	Sistema de avaliação de risco; garantia proporcional ao risco ambiental.
Nova Gales do Sul	- Carta de crédito - Seguro - Títulos garantidos por ativos	Exige cálculo detalhado do custo de fechamento; valores revisados periodicamente.
Vitória	- Carta de crédito - Depósito em dinheiro	Ferramentas disponíveis online para estimativa de custos; foco em transparência.
Austrália do Sul	- Carta de crédito - Seguro ambiental	Foco em responsabilidade individual do operador; exigência definida em cada licença.
Território do Norte	- Garantia bancária - Depósito caução	Menor número de operações; regime simplificado com fiscalização direta.
Tasmânia	- Carta de crédito - Seguro - Depósito	Exige plano de fechamento detalhado aprovado previamente; fiscalização anual.

Fonte: Adaptado de (IGF, 2021).

O quadro acima revela que embora os estados australianos tenham plena autonomia nas regulamentações quanto ao fechamento de minas e exigências de fundos para essa etapa, um ponto em comum dentre os mecanismos de garantias financeiras são as cartas de créditos em todos os estados. Essa escolha em comum pode ser pelo fato da segurança jurídica e flexibilidade financeira, já que esse instrumento garante ao regulador acesso imediato aos recursos caso ocorra descumprimento das obrigações da empresa, e permite ao empreendedor a preservação do seu capital. Outro fator importante das boas práticas de fechamento de minas na Austrália, está relacionado na implementação de fundos governamentais em alguns estados, que cobram taxas equivalentes ao total da área impactada.

Como as cartas de crédito podem ser ajustadas anualmente com base na reavaliação dos custos de fechamento da mina e nos riscos ambientais, adequa-se aos modelos de gestão adotados nos estados. Por serem padronizadas, auditáveis e bem aceitas pelas instituições reguladoras, tornam-se uma escolha estratégica para cumprimento das exigências legais com menor impacto financeiro direto no caixa da empresa.

6.2 Garantias financeiras para o fechamento de mina no Canadá

No Canadá questões regulatórias quanto ao fechamento de mina é compartilhada entre a esfera federal, províncias e territórios. No entanto o dever das elaborações de regulamentações do setor de mineração fica a critério das províncias e territórios. Em cada província as empresas mineradoras são obrigadas a apresentar um plano de fechamento de mina, junto com fundos de garantia financeira antes do início das operações, com valores revisados periodicamente para refletir os custos reais do fechamento e recuperação da área minerada (Shen, 2017; IGF, 2021).

A seguir, o quadro 4 apresenta os mecanismos de garantias financeiras exigidas nas principais províncias e territórios do Canadá. Os dados foram adaptados a partir das pesquisas realizadas pelo relatório do Word Bank, tese de Shen e do relatório do IGF. A comparação evidencia a diversidade de instrumentos utilizados em diferentes jurisdições, bem como os critérios específicos adotados para assegurar o cumprimento das obrigações de fechamento de mina no país.

Quadro 4 - Garantias financeiras para fechamento de mina no Canadá.

Província / Território	Garantia financeira	Observações
Ontário	Carta de Crédito; Teste Financeiro Corporativo; Depósito em Dinheiro; Fiança; Penhor de Ativos.	Regulamentado pela Ontario Regulation 240/00. Exige cobertura total dos custos de fechamento para projetos de mineração e exploração avançada.
Colúmbia Britânica	Carta de Crédito; Trust Fund; Depósito em Dinheiro; Qualifying Environmental Trust (QETF).	Regulado pela Mines Act. Foco na cobertura integral dos custos estimados. Revisões obrigatórias a cada 5 anos.
Quebec	Carta de Crédito; Seguro; Depósito à vista.	Exigência de 100% da cobertura dos custos de fechamento. Permite parcelamento em até 3 anos.
Alberta	Carta de Crédito; Seguro; Garantia Corporativa.	Modelo híbrido. Os instrumentos variam conforme o tipo de mineração e o nível de risco ambiental.
Nunavut	Trust Fund; Seguro Ambiental; Carta de Crédito.	Regulação federal-territorial. Exige garantias mesmo para empresas públicas.
Territórios do Noroeste	Seguro Ambiental; Carta de Crédito; Depósito em Dinheiro.	Exigência prévia à operação. Regulamentado pelo Mackenzie Valley Resource Management Act.

Fonte: Adaptado de (IGF, 2021; Sassoon, 2008; Shen, 2017).

Os dados apresentados no quadro 4 revelam que no Canadá, há uma vasta opção de mecanismos de garantias financeiras, que podem ser apresentadas aos órgãos reguladores federais, província e territoriais. Assim como na Austrália a carta de crédito é aceita em todas as províncias e territórios, o que demonstra uma busca por segurança jurídica, liquidez e fácil

acionamento em caso de descumprimento das obrigações de reabilitação das áreas exploradas pelas empresas.

Ocorre também a diversificação das exigências de acordo com a localização da mina, variando de royalties por tonelada de minério, fundos de reabilitação até títulos do governo, validos como garantia.

6.3 Garantias financeiras para o fechamento de mina nos EUA

Nos Estados Unidos da América (EUA) as leis federais regulamentam a mineração de uranio e carvão, ficando a encargo dos estados a regulamentação de outros minerais. Com base nas pesquisas de Shen (2017), os estados americanos possuem agências reguladoras de mineração que estabelecem normas específicas para o fechamento de mina assim como exigências de fundos financeiros para a recuperação de áreas mineradas.

Em um estudo publicado por Dunlop *et al.* (2024), a responsabilidade da reabilitação de áreas mineradas é regulada a nível federal pela Lei da Surface Mining Control and Reclamation Act 1997 (SMCRA) do Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement (OSMRE), e os estados devem elaborar leis que se alinhem com as estabelecidas em nível federal. O SMCRA exige ainda que as empresa de mineração apresentem mecanismos de garantias financeiras para a recuperação de áreas impactadas pela mineração de carvão.

A abordagem adotada pelos EUA em relação às garantias financeiras para o fechamento de mina reflete, portanto, uma combinação entre as leis federais e regulamentações estaduais. Essa estrutura híbrida permite certa flexibilidade na aplicação das normas, mas também demanda uma coordenação eficaz entre os diferentes níveis de governo.

Por outro lado, a lei da (SMCRA), conforme descrita por Dunlop *et al.* (2024), assegura um padrão mínimo de responsabilidade ambiental em âmbito federal, especialmente para os estados com mineração de carvão, enquanto os governos estaduais estabelecem suas diretrizes para minerais de rochas duras, como exemplo de regulamentação robusta de fechamento, a regulamentação minerária do estado de Nevada é copiada pelos demais estados.

O quadro 5 resume os principais instrumentos de garantia financeira utilizados nos EUA, incluindo as exigências a nível federal quanto às de nível estaduais com práticas consolidadas, como Nevada que é referência para os demais estados mineradores e Wyoming que é líder na produção de carvão e segue as diretrizes federais.

Quadro 5 - Garantias financeiras para o fechamento de mina nos EUA

Estado	Garantias Financeiras	Observações
Nível federal (SMCRA)	Carta de crédito, títulos de fiança (surety bonds), autogarantia (self-bonding), depósito em dinheiro	Aplicável à mineração de carvão. Estabelece exigências mínimas. Estados devem alinhar suas leis.
Nevada	Carta de crédito, depósito em dinheiro, trust fund, autogarantia	Um dos estados com sistema mais estruturado. Autogarantia permitida sob critérios rigorosos.
Montana	Trust fund, depósito em dinheiro, carta de crédito	Requer acumulação progressiva de valores e vinculação a fundos específicos.
Wyoming	Surety bond, carta de crédito, autogarantia	Sistema robusto sob a SMCRA, com cálculo de garantia baseado no custo total e fiscalização rigorosa. Após falências, restringiu o uso de autogarantias.
Colorado	Carta de crédito, depósito em dinheiro, surety bond	Instrumentos comuns utilizados por médias mineradoras.
Arizona	Trust fund, carta de crédito	Apresenta exigências alinhadas com critérios de risco ambiental.
Utah	Fundo coletivo estadual (state pool bond), surety bond	Modelo voltado a operações de pequeno porte.
Kentucky	Fundo coletivo estadual (state pool bond), carta de crédito	Uso comum de fundos compartilhados; fiscalização sob controle estadual.

Fonte: Adaptado de (Dunlop *et al.*, 2024; IGF, 2021; Shen, 2016).

Como visto, nos EUA as garantias financeiras variam em todos os estados, com uma observação para as minas de carvão, que devem seguir as normativas do OSMRE, e para outros minerais os demais estados seguem o padrão de Nevada, pois as normativas deste estado são mais estruturadas. Shen (2017), enfatiza que Nevada é referência nacional, especialmente pela clareza na definição dos custos de fechamento e pela variedade de instrumentos financeiros aceitos.

Entre os instrumentos mais utilizados, destacam-se as cartas de crédito, cuja popularização reflete uma tendência global de padronização, conforme também observado nos modelos da Austrália e do Canadá. Esse mecanismo oferece vantagens como a liquidez imediata e a facilidade de execução, conferindo segurança aos órgãos reguladores e flexibilidade às empresas mineradoras.

6.4 Análise comparativa dos modelos internacionais e implicações para o Brasil.

A análise dos modelos da Austrália, Canadá e EUA revelam elementos comuns e diferenças importantes que podem orientar a estruturação de regulamentações que exijam mecanismos de garantias financeiras no Brasil.

Nos países analisados, as garantias financeiras são obrigatórias para assegurar a reabilitação/recuperação de áreas afetadas pela mineração. O montante da garantia é calculado com base no custo total estimado de fechamento da mina, sendo também prevista a revisão periódica ao longo da vida útil do empreendimento. Essa diretriz reforça o princípio de que os custos de reabilitação, monitoramento e manutenção, devem ser integralmente assumidos pela mineradora, evitando a transferência do passivo ambiental ao poder público e à comunidade.

Os instrumentos mais comuns incluem cartas de crédito, títulos de fiança, fundos fiduciários, depósitos em dinheiro, selecionados pela segurança jurídica e liquidez. O uso dessas garantias possibilita a rápida mobilização de recursos em caso de falência da empresa ou abandono da mina. Essa prática é especialmente relevante para o Brasil, considerando o histórico de minas abandonadas no país e a necessidade de fortalecer a responsabilização das empresas.

Outro ponto importante é o tratamento das autogarantias das empresas, no Canadá elas são praticamente inexistentes, nos EUA foram comuns, mas passaram a ser restringidas após inúmeros casos de falência das empresas, conforme destacado por Dunlop *et al.* (2024). A Austrália também adotou restrições quanto a esse mecanismo. No Brasil, diante das fragilidades institucionais e de fiscalização, não é recomendado a adoção desse instrumento, pelo risco de ineficácia na execução das obrigações das empresas.

Os fundos coletivos, utilizados nos EUA em estados como Utah e Kentucky, são pouco comuns no Canadá e Austrália. No Brasil, dada a expressiva presença de pequenas e médias mineradoras, a criação de um fundo governamental a partir de taxas de atividades minerária administrado pela ANM, poderia ser uma alternativa viável, desde que acompanhada de regras claras para sua gestão e execução.

Assim, a análise comparativa demonstra que não há um modelo único, mas sim princípios que podem ser adaptados à realidade brasileira. Entre eles destacam-se, a definição de critérios claros para o cálculo das garantias, a vinculação ao custo total de fechamento da mina, o estímulo ao uso de instrumentos líquidos, a revisão periódica obrigatória e a possibilidade de adoção de fundos coletivos para micro, pequenos e médios empreendimento.

Esses elementos serão considerados na proposta apresentada na próxima subseção, com foco na adequação à legislação e às características do setor mineral brasileiro.

6.5 Minuta de Resolução ANM e Proposta de Garantia Financeira Para o Fechamento de Mina no Brasil.

6.5.1 Minuta de Resolução ANM N° 13717836

Seguindo as boas práticas de desativação de mina, adotado nos países desenvolvidos com atividades de mineração, a ANM padronizou o plano de fechamento de mina com a Resolução 68/2021, esta norma visa estabelecer diretrizes para mineração sustentável no país, principalmente no que tange o fechamento de empreendimentos minerários, conforme as considerações iniciais da resolução (Agência Nacional de Mineração, 2021, p. 1):

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.

A normativa estabelecida pela ANM segue parâmetros internacionais, seguindo as regulações dos países estudados quanto ao plano de fechamento de mina. Porém, a resolução estabelece somente diretrizes que as empresas devem adotar ao planejar o fechamento de mina, deixando uma lacuna quanto às obrigações de execução. Como exemplo, em caso de declaração de falência, ainda que a empresa tenha apresentado um PFM na fase inicial da mina e com suas devidas atualizações, a falta de um fundo com recursos financeiros resultará em um novo passivo ambiental, recaindo sobre a responsabilidade do governo como acontece na região sul do País.

Com base no Artigo 13º, inciso III da Lei N° 13.575, de 26 de dezembro de 2017 (*in verbis*), que estabeleceu a criação da Agência Nacional de Mineração, e a hipótese de adoção de garantias financeiras para o plano de fechamento de mina. A entidade busca um importante avanço no arcabouço regulatório de mineração nacional, ao estabelecer a obrigatoriedade de constituição de garantias financeiras para a execução do PFM.

“Art. 13. A ANM, por meio de resolução, disporá sobre os processos administrativos em seu âmbito de atuação, notadamente sobre:

(...)

III - hipóteses e critérios para a apresentação de garantias financeiras ou a contratação de seguros para cobertura dos riscos de atividades minerárias;

(...)” (grifo nosso).

Em atendimento ao Art. 13 e inciso III, o colegiado da agência elaborou a Minuta de Resolução ANM N° 13717836, de 26 de julho de 2024, que estabelece as normas para a apresentação de garantias financeiras destinadas a assegurar os recursos necessários para a implementação do PFM. O quadro 6 resume os principais aspectos do arcabouço da normativa apresentada na consulta pública realizada pela ANM em 2025.

Quadro 6 - Aspectos da minuta de resolução ANM

Aspectos	Vantagens	Desvantagens
Obrigatoriedade da garantia financeira	Torna obrigatória a constituição de garantias, prevenindo o surgimento de novos passivos ambientais e alinhando o Brasil a padrões internacionais.	Pode aumentar os custos e a burocracia para empreendimentos de pequeno porte, especialmente se não houver regulamentação clara sobre instrumentos mais acessíveis.
Instrumentos de garantia aceitos	Fundo de provisionamento, seguro garantia e carta de fiança bancária, facilitando a adequação conforme o perfil da empresa.	Não inclui uma variedade de mecanismos alternativos como fundos coletivos ou fiduciários, limitando opções para pequenas mineradoras.
Composição progressiva	Permite que a constituição da garantia seja feita gradualmente, aliviando o impacto financeiro inicial sobre a empresa.	Prazo relativamente longo (até 15 anos para cobertura total), o que pode inviabilizar a plena segurança ambiental.
Reavaliação periódica	Estabelece reavaliação periódica das garantias a cada 5 anos, garantindo atualização frente a mudanças no projeto ou no meio ambiente.	Intervalo considerado extenso para setores com risco dinâmico; pode resultar em valores defasados, dificultando a cobertura integral dos custos reais de fechamento.
Execução das garantias	Define competência clara da ANM para executar as garantias em caso de inadimplemento do PFM, promovendo segurança jurídica e eficácia.	Não detalha suficientemente os procedimentos de execução, o que pode gerar incertezas em casos práticos, especialmente em situações de falência empresarial.
Reabilitação progressiva	Estimula a adoção da reabilitação progressiva, facilitando a liberação parcial das garantias conforme a execução das etapas do PFM.	Deixa margem para a reabilitação progressiva ser apenas estimulada e não obrigatória, podendo comprometer a efetividade em empreendimentos menos comprometidos.
Fundos coletivos	Reconhece o debate sobre sua necessidade para pequenas mineradoras.	Não regulamenta nem define critérios para adoção de fundos coletivos, permanecendo como lacuna normativa importante.

Fonte: Autor (2025)

O quadro revela um importante passo na regulamentação de mineração do país, a proposta da minuta de resolução é fundamentada nas regulamentações já apresentada neste estudo. Porém, é preciso um debate aprofundado sobre o tema em questão, empresas do setor

devem estar alinhadas com a entidade, e como órgão regulador vinculada ao Ministério de Minas e Energia, cabe então ao ministério propor um projeto de lei que obriguem bancos e instituições financeiras a darem suporte ao regulador e aos regulados, como estudos relacionados aos mecanismos de garantias financeiras.

Os países estudados (Austrália, Canadá e EUA) possuem regulamentações consolidadas e bem estruturadas, fiscalização eficientes e instrumentos de garantias financeiras amplamente aceitos e operacionalizados por instituições financeiras locais. No entanto, a realidade do Brasil, como país emergente, apresenta desafios adicionais que precisam ser considerados por especialistas da entidade, comunidade, empresas e instituições financeiras.

6.5.1 Proposta de Garantia Financeira Para o Fechamento de Mina no Brasil.

Considerando o histórico brasileiro de minas órfãs e o expressivo número de passivos ambientais, legados da prática de mineração sem regulamentação de fechamento de mina, bem como a crescente necessidade de assegurar o fechamento adequado dos empreendimentos minerários, alinhado com a Resolução ANM Nº 68/2021. O estudo propõe a adoção de um modelo nacional de garantia financeira obrigatória para o fechamento de mina, no que tange o PFM. Tal proposta é fundamentada na análise de mecanismos internacionais adotados nos países já citados, adaptados à realidade socioeconômica e institucional do Brasil.

O quadro 7 apresenta um modelo teórico para implementação do mecanismo de garantia financeira para o fechamento de mina no Brasil, levando em consideração o contexto brasileiro quanto a fragilidade da entidade responsável pelo setor.

Quadro 7 - Proposta teórica de um modelo de garantia financeira para o fechamento de mina

Proposta	Objetivo
1. Obrigatoriedade Legal das Garantias Financeiras	Tornar condicionante a apresentação de garantias financeiras para o fechamento de mina.
2. Cálculo Padronizado e Revisão Periódica	Estabelecer metodologia oficial para estimar os custos de fechamento e revisar os valores de acordo com o porte do empreendimento.
3. Diversificação de Instrumentos de Garantia	Permitir múltiplos instrumentos, como carta de crédito, seguro, fundo fiduciário e depósito em dinheiro.
4. Criação de Fundo Coletivo Nacional	Facilitar o acesso à garantia para pequenas e médias empresas, com administração da ANM.
5. Vedação ao Uso de Autogarantias	Evitar o risco de inadimplência, alinhando o Brasil às boas práticas internacionais.
7. Integração com Instituições Financeiras	Garantir o apoio técnico de bancos e seguradoras na estruturação e execução das garantias financeiras.
8. Apoio do poder executivo	O poder executivo deve propor diretrizes de fortalecimento da ANM.

Fonte: Autor (2025)

O quadro 7 apresenta propostas de adequação para um modelo aceitável, buscando preencher as lacunas identificadas na regulamentação brasileira quanto ao fechamento de mina, tomando como referência os modelos internacionais analisados. A efetividade da garantia financeira para o fechamento de mina depende não apenas da exigência formal de sua apresentação, mas também da capacidade de cálculo, fiscalização e execução desses instrumentos, o que atualmente representa uma fragilidade no contexto brasileiro.

A ausência de legislação específica sobre garantias financeiras compromete a segurança jurídica e dificulta a internalização dos custos de fechamento pelas mineradoras. Além disso, a limitação estrutural da Agência Nacional de Mineração compromete sua capacidade de fiscalização e de execução das garantias, criando um ambiente propício à perpetuação dos passivos ambientais.

Quanto ao fortalecimento da agência reguladora, os resultados do mostram que para a adoção de sistemas legais e robustos que garantem as boas práticas de fechamento de mina, os reguladores passaram por um fortalecimento e apoio quanto suas tomadas decisões, contando a com autonomia e integração institucional em suas jurisdições, e principalmente com a preocupação com a sociedade e o desenvolvimento sustentável.

Uma regulação robusta tem plenos poderes em incorporar a obrigatoriedade legal de garantias financeiras como condicionante de licenciamento ambiental aos interessados, levando em consideração o norteamento da ideia de degradador/pagador.

Além de impor tais condições, o desenvolvimento de ferramentas capazes de estimar custos de reabilitação, devem ser incorporadas ao modelo, considerando o porte de cada empreendimento de mineração.

Outro passo importante na adoção de reservas financeiras destinados ao fechamento de mina, deve ser pensado em conjunto com as instituições financeiras do Brasil. Estudos de viabilidade para criação de fundos de reabilitação ambiental em conjunto com a ANM, financiado principalmente por taxas relacionadas as atividades de mineração. E posteriormente após a consolidação dos fundos de recuperação, deve ocorrer a diversificação de tais instrumentos de garantias financeiras no cenário Brasileiro.

Este modelo proposto, mesmo de caráter teórico, representa um passo estratégico para a gestão adequada do fechamento de mina, contribuindo para a redução dos riscos ambientais e socioeconômicos historicamente associados ao setor mineral no Brasil.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral analisar e propor um modelo de garantia financeira para o fechamento de minas no Brasil. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o objetivo estabelecido foi alcançado.

Entre os principais resultados, constatou-se que as regulamentações minerárias nos países estudados, foram consolidadas ao longo das últimas décadas, principalmente na preocupação com a reabilitação/recuperação de sítios mineiros. No que se refere aos mecanismos de garantias financeiras para o fechamento de minas, verificou-se que a exigência de capital exclusivo para a etapa de desativação é uma ferramenta necessária, para mitigar danos ambientais o abandono de áreas mineradas.

No que tange a necessidade de exigência de garantias financeiras exclusivas para o plano de fechamento de minas no Brasil, se faz necessária uma abordagem aprofundada da situação das empresas de mineração do país, pois a elevada carga tributária compromete a competitividade destas no mercado. Por outro lado, o fortalecimento da agência reguladora (ANM) deve ser de imediato, e sua autonomia são pontos cruciais para a implementação eficaz de tais garantias.

Os resultados apresentados, contribuem para estudos futuros sobre a temática, ao descrever os principais mecanismos de garantias financeiras utilizados internacionalmente, para a etapa do fechamento de minas.

Entre as limitações deste estudo, destacam-se a escassez de referências bibliográficas atualizadas no contexto nacional, e a necessidade de tradução de diversos textos, o que pode gerar inconsistências na interpretação de alguns parágrafos.

Finalmente, sugere-se que pesquisas futuras desenvolvam ferramentas de estimativas de custos do fechamento de minas, alinhadas à realidade do setor de mineração brasileiro, de forma a não comprometer a viabilidade técnica e econômica de futuros empreendimentos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Minuta de Resolução ANM N° 13717836**. 26 jul. 2024. Disponível em: https://sei.anm.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?Dw5BgI2DFMbZfaN-2ZQIG-rqoRM5MS6qf0M_TyTV07_dAbv0Px4KsVh1SNSIlezx5Wa2LAq2issnEUWBPJ2LJG_ZaXfu0IkR4X4UTBbv11JnsODvT8GyDQfoFmmwaSqPP. Acesso em: 20 mai. 2025.
- ALMEIDA, Mauricio Rios de. **Avaliação dos Mecanismos de Garantias Financeiras Para Fins de Fechamento de Mina e o Seu Impacto na Viabilidade de Projeto de Mineração de Grande Porte no Estado de Minas Gerais**. 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.
- ARAUJO, Eliane Rocha. **Fechamento de Minas no Brasil: aspectos legais e consequências sobre o meio ambiente e populações locais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2016. 52p. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1964>. Acesso em: 04 set. 2024.
- ARAUJO, Eliane Rocha; OLIVIERI, Renata Damico; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. Atividade Mineradora Gera riqueza e Impactos Negativos nas Comunidades e no Meio Ambiente. In: **impactos humanos - socioambientais - econômicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1845>. Acesso em: 05 dez. 2024.
- ASSIS, Juliana Vera, *et al.* Contabilidade Ambiental e o Agronegócio: um estudo empírico entre as usinas de cana-de-açúcar. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 4, n. 2, 2010.
- BERGAMO, Técia Regiane. **As Atividades Pós-Mineração no Município de São Vicente, Litoral Da Baixada Santista – uma abordagem legal, social e ambiental**. 2023. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2023.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n° 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997.
- BRASIL. Lei n° 13.575, de 26 de dezembro de 2017. **Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM) e extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 dez. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113575.htm. Acesso em: 26 maio 2025.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Mineração. **Resolução ANM N° 68/2021, de 04 de maio de 2021**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 01, n° 82. ISSN 1677-7042.
- BRASIL. Presidência da República. **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, 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 21 ago. 2024.
- BRASIL. Presidência da República. **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 (PNSB)... Brasília, 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm#art8. Acesso em: 21 ago. 2024.

CAIRES, João Paulo. **Há 3.943 minas abandonadas no Brasil, segundo estudo**. Poder360, Brasília, 13 abril 2025. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-infra/ha-3-943-minas-abandonadas-no-brasil-segundo-estudo/>. Acesso em: 28 maio 2025.

CAMELO, Marta Sawaya Miranda. **Fechamento de Mina**: Análise de Casos Selecionados sob os Focos Ambiental, Econômico e Social. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica de Barragens) – Núcleo de Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

CARVALHO, Fernanda. Por que ocorrem tantos rompimentos de barragem em Minas Gerais?. **Mata Nativa**, 31 jan. 2019. Disponível em: <https://matanativa.com.br/rompimentos-de-barragem-em-minas-gerais/>. Acesso em: 6 mai. 2025.

CERQUEIRA, Beatriz *et al.* Effects of vegetation on chemical and mineralogical characteristics of soils developed on a decantation bank from a copper mine. **Science of the Total Environment**, v. 421, p. 220-229, 2012.

DIAS, Jardel Carvalho. **Avaliação do fechamento de mina a partir dos processos minerários da Superintendência do DNPM de Minas Gerais**. 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

DUNLOP, J. *et al.* Comparing coal mine rehabilitation practices in Queensland, Australia with Wyoming, United States of America. In: FOURIE, A. B.; TIBBETT, M.; BOGGS, G. (eds.). **Mine Closure 2024**. Perth: Australian Centre for Geomechanics, 2024. p. 389-399. Disponível em: https://doi.org/10.36487/ACG_repo/2415_28. Acesso em: 20 mai. 2025.

FERRARI, Jéssica. Parque do Varvito, tesouro arqueológico em Itu, completa 20 anos. **Itu.com.br**, Itu, 23 jul. 2015. Disponível em: <https://www.itu.com.br/geral/noticia/parque-do-varvito-tesouro-arqueologico-em-itu-completa-20-anos-20150723>. Acesso em: 6 mai. 2025.

FIGUEIREDO, Lucas. **Fechamento De Mina No Brasil – Revisão e Cenário Atual**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Minas) - Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

FLORES, José Cruz do Carmo. **Fechamento de Mina**: Aspectos técnicos, Jurídicos e Socioambientais. 2006. 337 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Administração e Política de Recursos Minerais da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FLORES, José Cruz do Carmo; LIMA, Hernani Mota de. **Fechamento de Mina**: Aspectos técnicos, Jurídicos e Socioambientais. Ouro Preto: UFOP, 2012.

FREIRE, William. **Resolução ANM nº 68/2021-Conceitos**. [2024]. Disponível em: <https://williamfreire.com.br/areas-do-direito/direito-minerario/resolucao-anm-no-68-2021-conceitos>. Acesso em: 23 ago. 2024.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Guia de Indicadores para Planejamento do Fechamento de Mina**. Brasília, 2024. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/08/IBRAM_Guia-de-Indicadores-para-Planejamento-do-Fechamento-de-Mina_VF.pdf. Acesso em: 5 mai. 2025.

IGF. Global Review: financial assurance governance for the post-mining transition. **International Institute for Sustainable Development (IISD)**, Winnipeg, MB, Canada, 2021.

50 p. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/2021-09/financial-assurance-governance-for-post-mining-transition.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Relatório Anual de Atividades 2024**. IBRAM, 2025. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2025/03/IBRAM_Relatorio-Anual-2024_completo_web.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Recuperação de Áreas de Mineração**: um tema crítico e estratégico. São Paulo: Instituto Escolhas, 2025. Disponível em: https://escolhas.org/wp-content/uploads/2025/04/Sumario_AreasdeMineracao.pdf. Acesso em: 6 abr. 2025.

KILLEEN, Timothy J. Amazônia: os passivos ambientais da antiga mineração se tornaram passivos econômicos. **Mongabay Brasil**, [S. l.], 7 jun. 2024. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2024/06/amazonia-os-passivos-ambientais-da-antiga-mineracao-se-tornaram-passivos-economicos/>. Acesso em: 2 abr. 2025.

LOURES, Pedro Superbi. **Projeto de Pré-Viabilidade Econômica De Depósitos Minerais**: Estudos de Caso do Quadrilátero Ferrífero. 2021. Monografia (Bacharel em Engenharia de Minas) – Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

OLIVEIRA, Reginaldo Aparecido de; PEREIRA, Luís Fernando. Contabilidade ambiental: pesquisa sobre a importância do tema para o setor contábil. **Revista de Contabilidade Dom Alberto**, v. 1, n. 6, p. 132-146, dez. 2014.

PARANHOS, Renata Ribeiro Abreu. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração em regiões de interesse patrimonial**. 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PETTER, C. O.; SAMPAIO, C. H.; PETTER FILHO, E. A. Avaliação econômica de projetos de mineração aplicação da técnica do fluxo de caixa descontado. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 25., 2013, Goiânia. **Anais...** Rio de Janeiro: CETEM, 2013. p. 707-714.

PORDEUS, Adriana Maria de Oliveira Gomes, *et al.* Evidenciação dos passivos ambientais preconizados no questionário ISE: um estudo de caso da empresa do Setor de Mineração Vale S/A registrada na BM&FBOVESPA. (Faltam dados de publicação para uma formatação completa)

ROSADO, Lúcia Cristina Lourinho. **Caracterização Biogeoquímica de Minas Abandonadas**: Os casos da Mina de São Domingos e da Mina da Mostardeira. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Évora, Portugal, 2009.

RUCHKYS, Úrsula De Azevedo; 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. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v11i2.41323>. Acesso em: 29 dez. 2024.

SÁNCHEZ, Luis Enrique.; SILVA-SÁNCHEZ, Solange Santos; NERI, Ana Clara. **Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina**. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

SANCHEZ, Luiz Enrique. Planejamento para o fechamento prematuro de minas. **Revista Escola de Minas**, v. 64, n. 1, p. 117-124, 2011.

SASSON, Meredith. *Financial Surety: Guidelines for the Implementation of Financial Surety for Mine Closure*. **The World Bank, Oil, Gas, and Mining Policy Division**, Washington, DC, 2009. (Extractive Industries for Development Series, n. 7). Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/915061468163480537/pdf/499690NWP0Extr10Box341980B01PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2025.

SENADO FEDERAL. Brasil tem nova lei de segurança de barragens. **Senado Notícias**, Brasília, DF, 1 out. 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/10/01/brasil-tem-nova-lei-de-seguranca-de-barragens>. Acesso em: 4 fev. 2025.

SHEN, Boxi. **Study on financial assurance and closure cost for mine reclamation**. 2016. Tese (Doutorado) – University of British Columbia, 2016.

TAVEIRA, Ana Lúcia Silva. **Provisão de Recursos Financeiros Para o Fechamento de Empreendimentos Mineiros**. 2003. 223 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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**, 2012.

TRANSMINERAÇÃO. **Ópera**. [2025]. Disponível em: <https://transmineracao.com.br/opera.php>. Acesso em: 6 mai. 2025.

VALE, Tiego Ribeiro do *et al.* **Estudo de caso da Mina Passé-relatório técnico do uso do espaço físico propondo recuperação ecológica, geoeducação e implantação de geoturismo**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/39502>. Acesso em: 1 abr. 2025.