



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
GEOLOGIA AMBIENTAL, HIDROGEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

TESE DE DOUTORADO

FECHAMENTO DE MINA NO SEMIÁRIDO BAIANO

DAVID DE BARROS GALO

SALVADOR

2023

FECHAMENTO DE MINA NO SEMIÁRIDO BAIANO

David de Barros Galo

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos

Coorientador: Prof. Dr. Luís Enrique Sánchez

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Geologia, Área de Concentração: Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos.

SALVADOR

2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de Ciências e
Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI – UFBA.

G178 Galo, David de Barros

Fechamento de mina no semiárido baiano / David de
Barros Galo. – Salvador, 2023.

100 f.

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos
Anjos

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Geociências, 2023.

1. Desativação de minas - Legislação. 2. Minas e
mineração – Planejamento. I. Anjos, José Ângelo Sebastião
Araújo dos. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

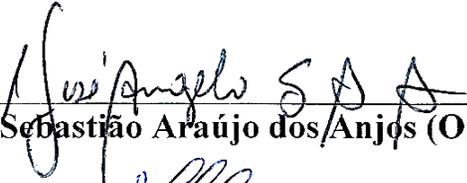
CDU: 622

DAVID DE BARROS GALO

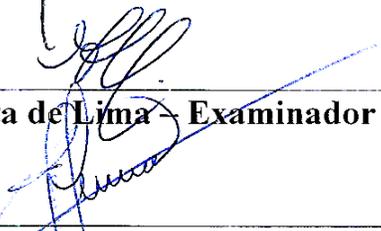
FECHAMENTO DE MINA NO SEMIÁRIDO BAIANO

Tese de Doutorado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação
em Geologia da Universidade
Federal da Bahia como requisito
para a obtenção do Título de
Doutor em Geologia, Área de
Concentração: Geologia
Ambiental, Hidrogeologia e
Recursos Hídricos em
19/04/2023.

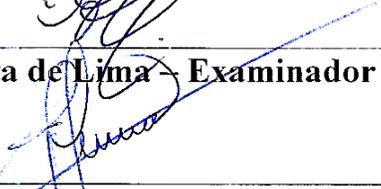
TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



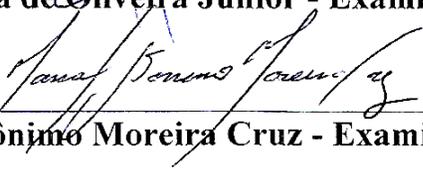
Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos (Orientador) - UFBA



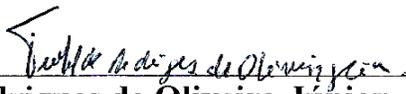
Dr. Hernani Mota de Lima - Examinador Externo - UFOP



Dr. José Baptista de Oliveira Júnior - Examinador Externo - UFBA



Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz - Examinador Interno - UFBA



Dr. Teobaldo Rodrigues de Oliveira Júnior - Examinador Externo - ANM

SALVADOR-BA

2023

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Código de financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia pela oportunidade em desenvolver esta pesquisa.

Aos professores doutores José Ângelo (orientador) e Luís Sánchez (coorientador) pelos grandes ensinamentos.

Aos familiares, amigos e colegas que contribuíram para que eu sempre estivesse bem para seguir nessa caminhada.

À minha “Grande Família”, base de tudo.

RESUMO

O sucesso do fechamento de mina, e a minimização dos seus riscos associados, depende principalmente, da regulamentação associada e de como as empresas mineradoras planejam o fechamento. Dessa forma, essa pesquisa foi feita dividida em dois artigos. No Artigo 1, considerando as melhores práticas internacionais, foi feita avaliação do Arcabouço Legal de Fechamento de Mina (ALFM) no âmbito federal brasileiro e do fluxo processual atual. Para tanto, foram selecionadas nove recomendações relevantes extraídas da literatura para compor uma estrutura regulatória de fechamento de mina. As recomendações foram classificadas em atende, atende parcialmente e não atende, de acordo com o julgamento profissional dos autores. Os resultados demonstram que apesar dos avanços obtidos com recentes mudanças, a legislação brasileira de fechamento de mina ainda apresenta inconsistências, incoerências, lacunas e se distancia das recomendações internacionais. Os atuais requisitos legais ainda não garantem a redução dos impactos associados ao fechamento de mina. Foi proposto um novo fluxo no processo de fechamento de mina e alterações para melhorar o processo regulatório de fechamento de mina no país. No Artigo 2, considerando as recomendações das melhores práticas internacionais, foi desenvolvido e testado um procedimento para avaliar, durante a fase operacional, a preparação das mineradoras para o fechamento de mina. Com base nos princípios de estabilidade física, estabilidade química, transição socioeconômica e uso da terra pós-mineração, uma lista de verificação contendo 69 declarações de melhores práticas foi testada em três minas metálicas em operação no Nordeste brasileiro. As declarações de melhores práticas e seus respectivos pesos foram submetidos a um grupo de especialistas de 12 membros. As práticas foram organizadas em quatro áreas de avaliação: (i) documentos de fechamento de mina, (ii) estabilidade física e química, (iii) custos e provisão financeira, e (iv) engajamento da comunidade e transição social. Ao aplicar a ferramenta, as evidências foram coletadas por meio de revisão de documentos, entrevistas e inspeções no local, e avaliadas usando julgamento profissional para determinar um nível de realização para cada grupo de práticas. Um índice de preparação foi então calculado e um nível de preparação foi obtido. Todas as minas testadas em campo tiveram uma classificação boa em custo e provisionamento financeiro, mas classificadas na faixa média para as outras três áreas de avaliação, indicando um risco de legado negativo. Tendo em vista os resultados apresentados, o fechamento de mina deve ser motivo de preocupação para os reguladores, investidores e comunidades.

Palavras-chave: Fechamento de mina; legislação; legado; planejamento de mina; reabilitação de mina; fechamento prematuro.

ABSTRACT

The success of mine closure, and the minimization of its associated risks, depends primarily on the associated regulations and how mining companies plan for closure. Thus, this research was divided into two research papers. In Paper 1, considering the best international practices, an assessment of the mine closure's legislation was made in the Brazilian federal level and of the current processual flow. Therefore, nine relevant recommendations from the literature were selected to create a regulatory structure of mine closure. The recommendations were classified in satisfies, partially satisfies and does not satisfies, by the authors's professional judgment. The results shows that despite the advances obtained with the recent changes, the Brazilian mine closing legislation still has inconsistencies, incoherence, gaps and does not meet the requirements from international recommendations. The current legal requirements still do not guarantee the reduction of impacts associated to the mine closure. A new flow was proposed in the mine closure process, and changes to improve the regulatory process of mine closure in Brazil. In Paper 2, considering international best practices recommendations, we developed and tested a procedure to evaluate, during the operational phase, the preparedness of companies to close a mine. Based on the principles of physical stability, chemical stability, socioeconomic transition, and post-mining land use, a weighted checklist containing 69 best practice statements was tested in three operating metal mines in Northeastern Brazil. The best practice statements and their respective weights were submitted to a 12-member expert group. The practices are organized in four assessment areas: (i) mine closure documents, (ii) physical and chemical stability, (iii) costs and financial provisioning, and (iv) community engagement and social transition. In applying the tool, evidence is collected by document review, interviews and site inspections, and evaluated using professional judgement to determine a level of achievement for each group of practices. A preparedness index is then calculated and a preparedness level is obtained. All field-tested mines ranked high for cost and financial provisioning, possibly reflecting they are publicly-owned companies, but ranked in the medium range for the three other assessment areas, indicating a risk of negative legacy. In view of the results presented, mine closure should be a matter of concern for regulators, investors and communities.

Keywords: Mine closure; legislation; legacy; mine planning; mine rehabilitation; early closure.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AL – Achievement Level

ALFM – Arcabouço Legal de Fechamento de Mina

ANM – Agência Nacional de Mineração

APEC – Asia Pacific Economic Cooperation

COPASA – Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais

CVI – Content validation index

DIIS – Department of Industry, Innovation and Science

DMP – Department of Mines and Petroleum

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EPA – Environmental Protection Authority of Western Australian

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

ICMM – International Council on Mining and Metals

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

IIED – International Institute for Environment and Development

ISSN – Internacional Standard Serial Number

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

NRM – Normas Reguladoras da Mineração

MPF – Ministério Público Federal

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PAE – Plano de Aproveitamento Econômico

PFM – Plano de Fechamento de Mina

PI – Preparedness Index

PL – Preparedness Level

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

ROM – Run of Mine

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SERNAGEOMIN - Servicio Nacional de Geología y Minería

TCU – Tribunal de Contas da União

UFBA – Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	9
CAPÍTULO 2 – ARTIGO 1: ESTRUTURA REGULATÓRIA FEDERAL NO FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL: AVALIAÇÃO CRÍTICA.....	14
CAPÍTULO 3 – ARTIGO 2: ARE MINING COMPANIES MATURE FOR MINE CLOSURE? AN APPROACH FOR EVALUATING PREPAREDNESS.....	46
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES.....	69
APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS CO-AUTORES.....	71
ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA GEOCIÊNCIAS – ISSN 1980-900X – ARTIGO 1.....	73
ANEXO B – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA RESOURCES POLICY – ISSN 0301-4207 – ARTIGO 2.....	79
ANEXO C – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 1.....	96
ANEXO D – COMPROVANTE DE PUBLICAÇÃO DO ARTIGO 2.....	97

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

A indústria de mineração desempenha um papel fundamental no apoio à sociedade contemporânea e seu desenvolvimento, pois fornece as matérias primas fundamentais para a produção dos bens de consumo da sociedade mundial atual (Cowan et al 2010; Dias et al 2013). Contudo, ao mesmo tempo, historicamente, verificam-se os casos de fechamentos malsucedidos, sejam eles temporários ou definitivos e os casos de abandono de mina (Pepper, 2020), que representam riscos à saúde e segurança humana, ao meio ambiente e, podem gerar impactos socioeconômicos negativos (Unger, 2017; Unger et al., 2020).

Em alguns casos, o fechamento temporário se dá por um tempo tão grande e sem que a empresa tenha executado as ações de manutenção e monitoramento ou aquelas relativas ao efetivo fechamento da mina, que por muitas vezes podem ser consideradas como situações análogas às de abandono (Resende & Lima, 2009). Contudo, normalmente, situações como essas, não são de conhecimento público, o que contribui para que problemas dessa natureza persistam.

Fechamentos malsucedidos e o abandono de minas são problemas recorrentes em todo o mundo (Araújo, 2015). Embora não existam registros a nível nacional, no Brasil não é diferente, podendo ser citados os casos em Santa Catarina (Castilhos, 2011; MPF, 2015), Espírito Santo (MPF, 2016) e Minas Gerais (FEAM, 2016). A região do semiárido baiano também já experimentou as consequências negativas decorrentes do fechamento malsucedido ou abandono. Dentre diversos outros casos, como exemplo, pode ser citado o caso da mina de chumbo de Boquira, localizada no município de mesmo nome. De acordo com Cunha et al., (2016), em 1992,

os altos custos operacionais da lavra subterrânea e a queda da cotação do concentrado de chumbo no mercado internacional causaram a paralisação das atividades da mineradora. Com o encerramento das atividades produtivas, a mina foi abandonada, gerando passivos que perduram até os dias de hoje. Dentre os principais problemas verificados tem-se uma pilha de rejeitos de minério de chumbo sem qualquer tipo de controle, e servindo de local para armazenamento desordenado do lixo da cidade.

No âmbito do semiárido baiano, as principais causas para os problemas de fechamento malsucedido e abandono das minas de metálicos, é que desde a sua criação, a legislação federal não contempla todos os requisitos mínimos esperados de um marco legal de fechamento de mina e que as empresas mineradoras não aplicam as boas práticas já consolidadas de fechamento de mina.

O sucesso do fechamento de mina depende principalmente dos governos, das empresas mineradoras e das comunidades localizadas no entorno dos empreendimentos (Syahrir et al., 2021).

Aos governos cabe definir uma estrutura de regulação de fechamento de mina que contenha requisitos claros, garantindo segurança jurídica, além de fazer, por meio de procedimentos de fiscalização, com que as empresas de mineração cumpram todos os requisitos previstos nos dispositivos legais existentes.

As empresas devem planejar o fechamento de mina, de acordo com a legislação vigente e seguindo as melhores práticas existentes, desde antes do início da implantação do projeto, executando todos os estudos e etapas ao longo da vida útil da mina e atualizando o plano de fechamento de mina a medida que haja mudanças no processo produtivo, mercadológicas, ambientais, regulatórias ou nas expectativas das comunidades do entorno (ICMM, 2018). Plano

de fechamento de mina é definido como um documento que consolida a estratégia e a visão de uma empresa em relação ao fechamento de mina e deve apresentar uma descrição suficientemente detalhada das medidas ou programas a serem implementados para que os objetivos do fechamento sejam atingidos (Sánchez et al., 2013). Assim, é fundamental a avaliação constante do plano de fechamento de mina de modo que as ações necessárias sejam implementadas de forma progressiva ao longo de toda vida útil da mina, e não só quando do encerramento definitivo das atividades, de modo a poder avaliar constantemente o atendimento aos critérios de fechamento pré-determinados, maximizando os pontos positivos e corrigindo os negativos.

Dessa forma, o principal objetivo desta pesquisa é avaliar a legislação federal de fechamento de mina, bem como a preparação de mineradoras de minerais metálicos do semiárido baiano para o fechamento de mina. Como objetivos específicos, tem-se: (i) avaliar e propor melhorias na legislação federal de fechamento de mina; (ii) propor uma metodologia para avaliar a preparação de mineradoras para o fechamento; (iii) identificar as principais práticas a serem consideradas na avaliação de preparação para um fechamento de mina.

O estudo em questão se justifica, tendo em vista que: (i) nenhum estudo foi realizado avaliando todo o Arcabouço Legal de Fechamento de Mina - ALFM estabelecido entre os anos de 2018 e 2022 de responsabilidade do governo federal; estudos neste sentido podem contribuir na elaboração de novas legislações ou na melhoria das já existentes; (ii) são escassos os estudos desenvolvidos na área de fechamento de mina no Brasil, sobretudo no estado da Bahia; (iii) o estudo realizado é inédito, não existe um método que permita avaliar o nível de preparação de uma determinada mineradora para o fechamento de suas minas; (iv) a mineração desempenha papel importante na economia dos municípios do semiárido baiano onde estão localizadas as

grandes empresas de mineração, figurando nestes municípios, como principal atividade, exercendo forte influência no aspecto socioeconômico local e regional; (v) as minerações selecionadas são os principais empreendimentos de minerais do estado da Bahia, exercendo forte impacto no ambiente local e regional.

Esta tese foi realizada com base no regimento do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia - UFBA, sendo adotada a Resolução nº 01/2015 que determina que a tese deve ser confeccionada na forma de artigos. Assim, para a tese foram confeccionados dois artigos sobre que tratam sobre o tema fechamento de mina.

O Artigo 1, “Estrutura regulatória federal no fechamento de mina no Brasil: avaliação crítica”, como o próprio título sugere, trata da avaliação do arcabouço legal de fechamento de mina no país, considerando as recomendações internacionais e propõe mudanças para melhoria. Este foi submetido em maio de 2023 à revista *Geociências*, ISSN 1980-900X, Qualis B2 para Geociências. *Geociências* é uma revista trimestral, on-line, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Campus de Rio Claro, que divulga trabalhos sobre temas da Geologia e Geografia Física. O Artigo 2, “Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness” foi publicado na revista *Resources Policy*, ISSN 0301-4207, Qualis A1 para Geociências em setembro de 2022. O artigo trata da avaliação da preparação de empresas de minerais metálicos do semiárido baiano para fechamento de mina a partir do desenvolvimento de metodologia específica para tal. A *Resources Policy* é uma revista internacional dedicada às questões econômicas e políticas relacionadas à extração, produção e uso de combustíveis fósseis e minerais. São convidadas submissões de pesquisas originais que analisem questões de políticas públicas, economia, ciências sociais, geografia e finanças nas áreas de mineração, minerais não combustíveis, minerais energéticos, combustíveis fósseis e metais.

Referências

- Araújo, E. R., 2015. Fechamento de minas no Brasil não tem legislação federal específica e coloca em risco o ambiente e populações locais. Rio de Janeiro, CETEM/MCTI. 27 p.
- Castilhos, Z. C.; Fernandes, F. R. C.; 2011. A Bacia Carbonífera Sul Catarinense e os Impactos e Passivos da Atividade da Indústria Extrativa Mineral de Carvão na Territorialidade. In: Fernandes, F. R. C.; Enríquez, M. A. R. S.; Alamino, R. C. J. (Eds.). Recursos Minerais & Sustentabilidade Territorial, vol. 1, p. 361-386. Rio de Janeiro, CETEM/MCTI.
- Cowan, W.R.; Mackasey, W.O; Robertson, J G. A., 2010. The Policy framework in Canada for mine closure and management of long-term liabilities: a guidance document. - National orphaned/abandoned mines initiative. Ontario.
- Dias, C. F. S. et al, 2013. Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história. 1. ed. Brasília, Instituto Brasileiro de Mineração. 168 p.
- FEAM-Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2016. Cadastro de minas paralisadas e abandonadas no estado de Minas Gerais. FEAM, Belo Horizonte, 38 pp.
- Cunha, F. G. et al., 2016. Estudos geoquímicos no município de Boquira: estado E82 da Bahia. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil - CPRM.
- ICMM – International Council on Mining and Metals, 2018. Integrated Mine Closure, Good Practice Guide, 2nd Edition. Disponível em: <https://www.icmm.com/en-gb/news/2019/icmm-launches-new-closure-guide>. Acessado em 04fev2019.
- MPF - Ministério Público Federal, 2105. 4ª Câmara de coordenação e revisão- meio ambiente e patrimônio cultural – Grupo de trabalho de mineração. Nota Técnica. Brasília.
- MPF - Ministério Público Federal, 2016. 4ª Câmara de Coordenação e Revisão, Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração de Rochas Ornamentais - Série Manuais de Atuação nº 3. Brasília.
- Pepper, M., 2020. Care and maintenance a loophole or lifeline? The policy and practice of mines in care and maintenance in Australia (Doctoral dissertation, Murdoch University, Perth). Disponível em: <https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/57735/>. Acessado em 04nov2022.
- Resende, A. G., Lima, H. M., 2009. Análise das concessões de lavra quanto às suspensões temporárias de operação. REM: Revista Escola de Minas, v. 62, p.539-544.
- Unger, C., 2017. Legacy issues and abandoned mines. Mining in the Asia-Pacific. Springer, Cham. p 333-369.
- Unger, C.J., Everingham, J-A., Bond, C.J., 2020. Transition or transformation: shifting priorities and stakeholders in Australian mined land rehabilitation and closure. Australasian. Journal of Environmental Management., 27 (1) (2020), pp. 84-113.

CAPÍTULO 2

ARTIGO 1 – ESTRUTURA REGULATÓRIA FEDERAL NO FECHAMENTO DE MINA NO BRASIL: AVALIAÇÃO CRÍTICA

Estrutura regulatória federal no fechamento de mina no Brasil: avaliação crítica

Introdução
Metodologia
Limitações
Discussões, interpretações e resultados
 Descrição geral da estrutura regulatória brasileira
 Legislação brasileira x recomendações internacionais
Proposições
Conclusões
Agradecimentos
Referências

Resumo

O sucesso do fechamento de mina, depende, dentre outros fatores, dos instrumentos regulatórios associados. Considerando as melhores práticas internacionais, foi avaliado o Arcabouço Legal de Fechamento de Mina (ALFM) no âmbito federal brasileiro e o correspondente fluxo processual. Para tanto, nove recomendações relevantes para compor uma estrutura regulatória de fechamento de mina foram extraídas da literatura. A inserção dessas recomendações no ALFM foi classificada segundo em “atende”, “atende parcialmente” e “não atende”, de acordo com o julgamento profissional dos autores. Os resultados demonstram que, apesar dos avanços obtidos com recentes mudanças, a legislação brasileira de fechamento de mina ainda apresenta inconsistências e lacunas e se distancia das recomendações internacionais. Os atuais requisitos legais ainda não garantem a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos associados ao fechamento de mina. É proposto um novo fluxo processual e alterações do ALFM para melhorar o processo regulatório de fechamento de mina no país.

Palavras-chave: fechamento de mina; legislação; políticas públicas; avaliação.

Federal regulatory framework on mine closure in Brazil: critical evaluation

Abstract

The mine closures success, depends among other factors, on the associated regulatory instruments. Considering the best international practices, an assessment of the mine closure's legislation (Arcabouço Legal de Fechamento de Mina - ALFM) was made in the Brazilian federal level and its corresponding procedural flow. Therefore, nine relevant recommendations to create a regulatory structure of mine closure were selected from the literature. The incorporation of these recommendations were classified in "satisfies", "partially satisfies" and does "not satisfies", by the authors's professional judgment. The results shows that, despite the advances obtained with the recent changes, the Brazilian mine closure legislation still has inconsistencies and gaps and does not meet the requirements from international recommendations. The current legal requirements still do not guarantee the reduction of environmental, social and economic impacts associated to the mine closure. It is proposed a new procedural flow and changes to the ALFM to improve the regulatory process of mine closure in Brazil.

Keywords: mine closure; legislation; public policy; evaluation.

INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade propulsora do desenvolvimento econômico e essencial para a manutenção do nível de bem-estar da população na sociedade contemporânea, por outro lado, constitui também uma atividade que causa impactos adversos no ambiente no qual é instalada.

O fechamento responsável de mina, seguindo orientações técnicas adequadas, é essencial para que sejam maximizados os benefícios sociais e econômicos, bem como sejam minimizados os impactos adversos gerados pela atividade mineradora (United Nations, 2016). Na ausência de ações adequadas para fechamento de mina, pode haver impactos e riscos ambientais e socioeconômicos remanescentes, configurando um legado negativo para as comunidades locais (IGF & ICMM, 2021). De um modo geral, o fechamento responsável de mina engloba a desativação das instalações, a reabilitação das áreas degradadas, a manutenção e monitoramento pós-reabilitação até alcançar a estabilidade física e química da área degradada, entre outras ações (ANM, 2021; ICMM, 2018; Sánchez, et al., 2013), segundo um plano capaz de proporcionar um uso futuro benéfico e sustentável a longo prazo, além de minimizar os impactos socioeconômicos (Peck, 2005), tendo como base um plano de fechamento desenvolvido antes do início da vida da mina e com atualizações regulares ao longo das fases de operação e desativação (APEC, 2018).

O plano de fechamento de mina é definido como um documento que consolida a estratégia e a visão de uma empresa em relação ao fechamento de mina e deve apresentar uma descrição suficientemente detalhada das medidas ou programas a serem implementados para que os objetivos do fechamento sejam atingidos (Sánchez et al., 2013). De acordo com Gonçalves (2017), constitui o principal instrumento preventivo destinado a gestão de riscos e minimização dos impactos após o fim da operação.

O fechamento de mina pode ter caráter definitivo ou temporário. O fechamento definitivo é aquele que ocorre na data prevista no Plano de Fechamento de Mina (PFM), que por sua vez deve refletir as informações constantes no Plano de Aproveitamento Econômico em relação às estruturas, produção e vida útil, por exemplo. Porém, o fechamento pode ocorrer antes da data prevista devido a fatores mercadológicos, técnicos, ambientais, acidentes ou políticas

governamentais, quando é especificamente denominado de fechamento prematuro (Laurence, 2006; Resende & Lima, 2009; Sánchez et al., 2013). Já o fechamento temporário se caracteriza por um período no qual a empresa cessa a produção mineral, principalmente devido a fatores técnicos ou econômicos, mas com expectativa de retomada das operações (ICMM, 2018; Sánchez, 2011). Contudo, em alguns casos, o fechamento temporário se dá por um tempo tão grande, sem que a empresa tenha executado os controles necessários, que por muitas vezes pode ser considerado como uma situação de abandono (Resende & Lima, 2009).

O sucesso do fechamento de mina depende principalmente da atuação dos governos, das mineradoras e das comunidades do entorno (Syahrir et al., 2021). Aos governos cabe definir uma estrutura de regulação de fechamento de mina que contenha requisitos claros, garantindo segurança jurídica, além de fazer, por meio de procedimentos de fiscalização, com que as empresas de mineração cumpram todos os requisitos previstos nos dispositivos legais existentes. De acordo com autores como Hall & Hall (2015), os governos também são responsáveis por ações necessárias para fornecimento de infraestrutura e serviços para apoiar a as comunidades afetadas pela atividade mineradora.

Já de acordo com o "princípio do poluidor-pagador", as empresas de mineração são as que têm a maior responsabilidade pelo planejamento do fechamento (Sánchez et al., 2013). Assim, as empresas devem planejar o fechamento, de acordo com a legislação vigente e seguindo as melhores práticas, desde antes do início da implantação do projeto, executando todos os estudos e etapas de fechamento ao longo da vida útil da mina e atualizando o plano de fechamento de mina conforme haja mudanças no processo produtivo, mercadológicas, ambientais, regulatórias ou nas expectativas das comunidades do entorno (ICMM, 2018). Uma das principais responsabilidades das mineradoras é o engajamento e a comunicação contínua com outras partes interessadas,

especialmente com órgãos reguladores da mineração e ambientais, e com a comunidade afetada (DMP & EPA, 2015; Hall & Hall, 2015).

Já as comunidades localizadas no entorno e afetadas pelas atividades de mineração, como o apoio dos governos locais e das mineradoras, deveriam se envolver nas questões relacionadas ao fechamento de mina, expressando suas preocupações, necessidades e aspirações (Monosky & Keeling, 2021; Syahrir et al., 2021)

O histórico global de minerações abandonadas e de fechamentos inadequados, e suas consequências resultaram no surgimento de diversas regulamentações destinadas a prevenir o abandono e garantir que as minas sejam fechadas de maneira segura e sustentável (APEC, 2018).

Contudo, a preocupação internacional com o fechamento de minas ainda é muito recente e somente passou a ganhar a devida atenção nos últimos anos, existindo muitos países ainda que não contam com legislação específica sobre o tema (Gonçalves, 2017). A cúpula da Rio + 20 (2012), na declaração final “O Futuro que Queremos”, fez expressa referência ao fechamento de minas ao destacar a necessidade de implementação de leis e políticas fortes e eficazes para o setor de mineração, com o objetivo de redução dos impactos sociais e ambientais e a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas, inclusive após o encerramento da atividade (United Nations, 2016).

De acordo com World Bank (2021), uma estrutura regulatória de fechamento eficaz consiste normalmente em legislação, de caráter obrigatório (leis, decretos e resoluções), e de orientação (guias e manuais), que definem os requisitos para desenvolver e implementar o fechamento como parte do ciclo de vida da mina.

De maneira geral, entre outros pontos, os marcos regulatórios modernos exigem que no final das operações medidas adequadas estarão em vigor para fechar a mina e que haverá fundos

suficientes reservados para financiar as atividades de fechamento e pós fechamento (APEC, 2018), mesmo no caso de fechamento prematuro (Peck, 2005). Embora nenhuma jurisdição forneça um modelo ideal para legislação de fechamento de mina (APEC, 2018) e as necessidades ou prioridades possam variar entre jurisdições, dada a variedade de aspectos geográficos, históricos, políticos e socioeconômicos, existem princípios gerais comuns que deveriam guiar as políticas públicas sobre esse assunto (IIED 2002; World Bank, 2010, 2021).

Diversos governos reconhecem a importância de gerenciar o fechamento de minas e a transição pós-mineração, no entanto, muitos ainda não desenvolveram as políticas e orientações necessárias para o gerenciamento efetivo do fechamento da mina (IGF, 2021a), sobretudo os dos países em desenvolvimento. No Brasil, a primeira norma legal específica referente ao fechamento de mina foi a Portaria nº237/2001 (DNPM, 2001), Norma Reguladora de Mineração nº20 - Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras, denominada NRM-20.

Quase duas décadas depois da publicação da NRM-20, ocorreram mudanças na legislação federal relacionadas ao fechamento de mina, com a revogação parcial desta e publicação do Decreto nº 9.406/2018 (Brasil, 2018), que modificou o Regulamento do Código de Mineração, Decreto 62.934/1968 (Brasil, 1968), posteriormente alterado pelo Decreto nº 10.965/2022 (Brasil, 2022), da Lei nº 14.066/2020 (Brasil, 2020) que alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens e o Código de Mineração, Decreto-Lei nº 227/1967 (Brasil, 1967), e da Resolução ANM nº 68/2021 (ANM, 2021), denominados conjuntamente neste artigo como Arcabouço Legal de Fechamento de Mina (ALFM). Estas mudanças tiveram diversas motivações, incluindo pressão dos órgãos de controle, como o Tribunal de Contas da União e o Ministério Público Federal, sobre o órgão regulador da mineração, atualmente a ANM, haja vista os casos de abandono e fechamentos incompletos de mina no país citados por TCU (2020), embora não

existam dados oficiais da ANM a respeito do assunto. Outro motivo foi a existência, conforme indica OCDE (2022), de uma percepção negativa da sociedade brasileira em relação às atividades de mineração, agravada pelos acidentes ocorridos com as barragens de rejeitos da Samarco em Mariana e da Vale em Brumadinho, nos anos de 2015 e 2019, respectivamente.

De acordo com diagnóstico feito por FEAM (2016), existiam no estado de Minas Gerais 169 minas classificadas como abandonadas, além de 134 paralisadas sem controle ambiental. A realidade de minas abandonadas ou paralisadas observada em Minas Gerais, maior estado minerador do país, se projetada para o resto do Brasil, demonstra a dimensão do problema inerente ao fechamento de mina em nível nacional, sendo a estrutura regulatória deficiente uma das causas do problema. Como exemplo de abandono, tem-se o caso da mina de ouro, Mina do Engenho D'Água, da Mundo Mineração Ltda, localizada no município de Rio Acima-MG.

De acordo com SEMAD (2014), a Mina do Engenho D'Água foi abandonada em 2011, e dentre os principais passivos decorrentes do abandono estavam duas barragens de rejeitos que se rompessem poderiam contaminar o rio das Velhas, umas das principais fontes de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Diante dessa situação, em 2014, o estado de Minas Gerais ajuizou, em face da mineradora, uma Ação Civil Pública demandando que fossem elaborados estudos, projetos e executadas ações de adequação das barragens de rejeitos. Uma vez que o quadro de abandono se manteve, o Ministério Público Estadual (MPE) ajuizou, em face do estado de Minas Gerais, Ação Civil Pública, requerendo deste, entre outras, providências quanto à manutenção ou descaracterização das barragens. Neste contexto, em 2017 foi firmado um Convênio de Cooperação Técnica entre órgãos estaduais a fim de elaborar estudos, projetos e ações para cumprimento da ação judicial. Assim, foram realizadas pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), obras de descaracterização nas duas estruturas que

finalizaram em 2022, restando, apenas, a realização de auditoria especializada para atestar as condições atuais das estruturas e a descaracterização (FEAM, 2022).

Embora existam alguns estudos relevantes sobre a legislação de fechamento de mina no país (por exemplo, Lima, et al. 2006, 2014; Flores & Lima, 2012; Sampaio et al., 2019; Fernandes e Lima, 2021), de acordo com o conhecimento dos autores, nenhum estudo foi realizado avaliando todo o ALFM estabelecido entre os anos de 2018 e 2022 de responsabilidade do governo federal. Estudos neste sentido podem contribuir na elaboração de novas legislações ou na melhoria das já existentes.

Frente a este cenário, este artigo trata das questões referentes à estrutura regulatória de fechamento de mina sob a égide do governo federal brasileiro, e apresenta como objetivo avaliar o ALFM, identificando as suas principais deficiências e sua situação em relação as recomendações internacionais.

METODOLOGIA

Inicialmente foi feito o levantamento histórico da legislação sobre fechamento de mina no âmbito do governo federal brasileiro, seguido de uma descrição geral do seu arcabouço regulatório atual (leis, decretos, resoluções, portarias e guias).

Em seguida foi realizada consulta a instrumentos internacionais (diretrizes, *standards*, códigos de conduta e boas práticas), como por exemplo (APEC, 2018), (World Bank, 2021) e (ICMM, 2018), bem como a artigos científicos e legislações, seguida de julgamento profissional dos autores, para identificação e seleção das principais recomendações que devem constar em uma legislação de fechamento de mina. Dessa forma, foi feita a avaliação do ALFM brasileiro a partir de sua comparação com as recomendações internacionais selecionadas para constar em uma

estrutura regulatória de fechamento de mina. Para a avaliação do ALFM, também conforme julgamento profissional dos autores, foi usada uma classificação dividida em: atende; atende parcialmente e não atende.

Na última etapa foram apresentadas propostas para melhoria do processo regulatório de fechamento de mina no país.

LIMITAÇÕES

A pesquisa não teve como objetivo tratar das questões relacionadas à gestão e fiscalização do governo federal em relação ao fechamento de mina e recuperação de minas abandonadas.

Apesar da regulamentação sobre fechamento de mina no âmbito incluir requisitos oriundos tanto da legislação mineral quanto da ambiental (Flores & Lima, 2012), a pesquisa não teve foco na área ambiental e também não tratou das legislações ambientais que porventura tratem do tema de fechamento de mina. As questões ambientais ficaram limitadas às relações existentes entre o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e o PFM.

DISCUSSÕES, INTERPRETAÇÕES E RESULTADOS

DESCRIÇÃO GERAL DA ESTRUTURA REGULATÓRIA BRASILEIRA

De acordo com o Art. 20, inciso IX e o Art. 176, §1º da Constituição Federal (Brasil, 1988), os recursos minerais são de titularidade da União, e a pesquisa e a lavra desses recursos somente poderão ser efetuadas mediante autorização ou concessão da União, respectivamente. A Agência Nacional de Mineração (ANM), que substituiu desde 2018 o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), é o órgão regulador da mineração, portanto, a quem compete de forma direta garantir o cumprimento das leis inerentes ao fechamento de mina no país (Brasil, 2018). Por

outro lado, compete, concorrentemente, à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar sobre a defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição, cabendo aos municípios a competência para suplementar a legislação federal e estadual, quando couber. Compete, portanto, aos órgãos ambientais, a aprovação da atividade minerária, mas também as medidas para recuperação do meio ambiente degradado (Flores & Lima, 2012).

Nem o primeiro marco legal da mineração, Código de Minas, Decreto nº 24.642/1934 (Brasil, 1934), nem o seu substituto, Decreto nº 1.985/1940 (BRASIL, 1934), tratavam do tema fechamento de mina, por se tratar de normativos publicados durante um período em que não existia muita preocupação com as questões ambientais, de saúde e segurança. Já o Código de Mineração, Decreto-Lei nº 227/1967 (Brasil, 1967) no seu formato original, previa no Art. 58. que mediante requerimento justificado, as empresas poderiam obter a suspensão temporária da lavra, ou comunicar renúncia ao seu título, desde que o requerimento fosse acompanhado de um relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina, e suas possibilidades futuras, mas não detalhava o assunto.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/1981 (Brasil, 1981) instituiu como um dos seus princípios, a recuperação das áreas degradadas, tendo sido esta última regulamentada pelo Decreto Federal nº 97.632/1989 (Brasil, 1989), que exigiu dos empreendimentos minerários, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório do Impacto Ambiental (RIMA), que submetessem à aprovação do órgão ambiental competente um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas. O Art. 225, §2º da Constituição Federal (Brasil, 1988) também estabeleceu que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. Contudo, regulamentação específica sobre

fechamento de mina no país, somente surgiu com a publicação da Portaria n° 237/2001 (DNPM, 2001), que contém as Normas Reguladoras da Mineração (NRM). De acordo com TCU (2019), entre os diversos aspectos atinentes à atividade de mineração, a Portaria n° 237/2001 trouxe a Norma Reguladora de Mineração n° 20 (NRM-20) que tratava da suspensão, fechamento de mina e retomada das operações minerárias e a Norma Reguladora de Mineração n° 21 (NRM-21) que tratava da reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas.

Novas previsões quanto ao fechamento de mina na legislação minerária brasileira surgiram com a edição do Decreto n° 9.406/2018 (Brasil, 2018) e com a Lei n° 14.066/2020 (Brasil, 2020).

Apesar da NRM-20 ter sido um marco no fechamento de mina no país, fatores como: os diversos casos de abandono de mina no país (ARAÚJO, 2016; FEAM, 2016; TCU, 2020) e suas consequências; a necessidade de regulamentação do Decreto n° 9.406/2018 e da Lei n° 14.066/2020, que dentre outros aspectos, tratavam do fechamento de mina; e as recomendações de auditoria operacional feitas pelo Tribunal de Contas da União - TCU para a ANM redefinir e aperfeiçoar os critérios a serem exigidos para a apresentação do PFM (TCU, 2019), fizeram surgir a necessidade de atualização da legislação de fechamento de mina no âmbito da ANM, culminando assim com a publicação da Resolução n° 68/2021 (ANM, 2021) e revogação parcial da NRM-20, especificamente dos itens 20.4 (NRM-20.4) e 20.5 (NRM-20.5), sendo posteriormente publicado o Decreto n° 10.965/2022 (Brasil, 2022). Além destas, mas no âmbito especificamente técnico, tem-se a publicação da Resolução n° 95/2022 (ANM, 2022b), que trata dentre outros assuntos da segurança de barragens de rejeitos, das etapas de descaracterização destas estruturas, tendo relação direta com o tema fechamento de mina. O resumo com o histórico das principais legislações de fechamento de mina vigentes no país está descrito na Tabela 1.

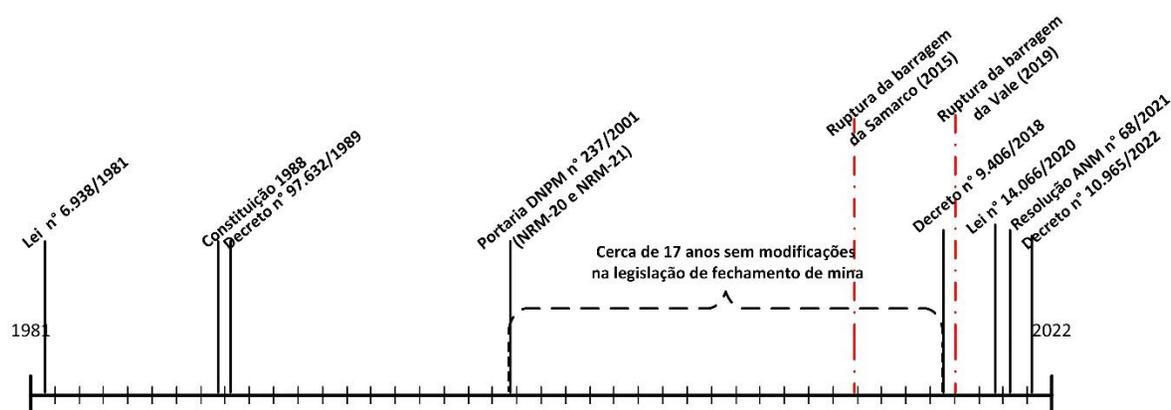


FIGURA 1 - Linha do tempo relativa à legislação federal brasileira de fechamento de mina.

TABELA 1 - Resumo da legislação federal brasileira sobre fechamento de mina.

Legislação	Conteúdo principal resumido
Portaria nº237/2001 (NRM-20 revogada parcialmente e NRM-21)	<p>NRM-20.3: Suspensão das Operações Mineiras</p> <p>20.3.1 Obrigatoriedade para o caso de requerimento de fechamento temporário de apresentação de planos (monitoramento do lençol freático, controle do lançamento de efluentes, manutenção das instalações e equipamentos, drenagem da mina e de atenuação dos impactos no meio físico, monitoramento da qualidade da água e do ar), medidas de bloqueio dos acessos à mina e análise de riscos.</p> <p>NRM-20.6 Retomada das Operações Mineiras</p> <p>20.6.1 A retomada das operações deve ser precedida de comunicação ao DNPM, dentro do prazo de validade da suspensão autorizada, devidamente acompanhada de Projeto de Retomada das Operações Mineiras.</p> <p>20.6.2 O Projeto de Retomada deve enfatizar no mínimo os seguintes aspectos: reavaliação do estado de conservação da mina, suas instalações, equipamentos e outros sistemas de apoio; esgotamento das águas eventualmente acumuladas, quando necessário; plano de drenagem; reexame das condições de higiene, segurança e proteção ao meio ambiente e revisão do Plano de Aproveitamento Econômico.</p> <p>NRM-21 Reabilitação de Áreas Pesquisadas, Mineradas e Impactadas</p> <p>21.5 No projeto de reabilitação de áreas deve constar no mínimo os seguintes itens: a) identificação e análise dos impactos ambientais diretos ou indiretos sobre os meios físico, biótico e antrópico; b) aspectos sobre as conformações paisagística e topográfica, observando-se a estabilidade, o controle de erosão, a drenagem, a adequação paisagística e topográfica, e a revegetação; c) programa de acompanhamento e monitoramento; d) planta atualizada na qual conste a situação topográfica atual das áreas a serem reabilitadas; e) aptidão e uso futuro da área; f) mapas, fotografias, planilhas e referências bibliográficas e g) cronograma físico e financeiro do plano de reabilitação.</p> <p>21.6 O projeto de reabilitação de áreas deve ser apresentado junto ao PCIAM de que trata a NRM-01, item 1.5.1.j.</p>
Decreto nº 9.406/2018 (alterado pelo Decreto nº 10.965/2022)	<p>Art. 5º A atividade de mineração abrange a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, o transporte e a comercialização dos minérios e o aproveitamento e o armazenamento de estéréis e rejeitos.</p> <p>§ 2º O exercício da atividade de mineração implica a responsabilidade do minerador pela: prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade, incluídos aqueles relativos ao bem-estar das comunidades envolvidas e ao desenvolvimento sustentável no entorno da mina; preservação da saúde e da segurança dos trabalhadores; prevenção de desastres ambientais; recuperação ambiental das áreas impactadas.</p> <p>§ 2º-A. A recuperação do ambiente degradado compreenderá, entre outras atividades, o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações.</p> <p>§ 3º O fechamento da mina pode incluir, entre outros aspectos: a recuperação ambiental da área; a desmobilização das instalações e dos equipamentos; o uso futuro da área; e o monitoramento e o acompanhamento dos sistemas de disposição de rejeitos e estéréis e da estabilidade geotécnica das áreas.</p>

	<p>§ 4º As obrigações e as responsabilidades do titular da concessão ficam mantidas até o fechamento da mina, cujo plano será aprovado pela ANM e pelo órgão ambiental licenciador.</p> <p>Art. 32º: Obrigatoriedade de apresentação no requerimento de concessão de lavra do PFM como parte integrante do plano de aproveitamento econômico.</p> <p>Art. 34º, inciso XVIII: Obrigatoriedade das empresas executarem e concluírem adequadamente, após o término das operações e antes da extinção do título minerário, o plano de fechamento de mina.</p> <p>Art. 50. O requerimento de fechamento temporário deverá estar justificado e instruído com relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina, conforme Resolução da ANM.</p> <p>Art. 51. A comunicação da renúncia da concessão de lavra deverá ser instruída com relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina e de suas possibilidades futuras, conforme Resolução da ANM.</p> <p>§ 2º A extinção do título dependerá da homologação da renúncia e ficará condicionada à conclusão do plano de fechamento de mina, previamente aprovado pela ANM.</p> <p>§ 4º Poderá ser homologada a renúncia parcial do título e desonerada a área cuja unidade mineira tenha o relatório final de execução do seu plano de fechamento aprovado.</p>
Lei nº 14.066/2020	<p>Art. 6º-A: Obrigatoriedade do fechamento de mina ser convalidado pelo órgão regulador da mineração e pelo órgão ambiental licenciador.</p> <p>"Art. 43-A. O titular de concessão de lavra deverá cumprir as obrigações previstas neste Decreto-Lei e na legislação ambiental pertinente, incluídas a recuperação do ambiente degradado e a responsabilização civil, no caso de danos a terceiros decorrentes das atividades de mineração.</p> <p>Parágrafo único. A recuperação do ambiente degradado prevista no caput deste artigo deverá abarcar, entre outros, o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações.</p> <p>Art. 47-A: Obrigatoriedade das empresas apresentarem à ANM o PFM e à autoridade licenciadora o PRAD em qualquer hipótese de extinção ou caducidade da concessão minerária.</p>
Resolução nº 68/2021 (revogou os itens 20.4 e 20.5 da NRM-20)	<p>Art. 1º: Inclusão da estabilização física e da estabilização química da área como alguns dos objetivos a serem alcançados.</p> <p>Art. 5º, 6º, e 7º: Distinção do conteúdo obrigatório do PFM, a depender da fase e situação de cada empreendimento.</p> <p>Art. 10º: Atualização do PFM a cada cinco anos ou nas atualizações do PAE, o que ocorrer primeiro.</p> <p>Art. 13º: Última atualização do PFM deverá ser feita com antecedência mínima de dois anos da data prevista para o fechamento.</p> <p>Art. 18º: Possibilidade da ANM dispensar, por meio de Instrução Normativa, alguns dos elementos exigidos para o PFM de empreendimentos de pequeno porte, com operações de lavra e beneficiamento de baixa complexidade e baixo impacto.</p>

O Decreto nº 9.406/2018 e suas alterações trouxeram importantes contribuições no âmbito do fechamento de mina como as relativas às obrigações e responsabilidades do empreendedor e ao condicionamento da extinção do título minerário à homologação da renúncia e à conclusão do plano de fechamento de mina.

A Resolução ANM nº 68/2021 regulamenta as questões relativas ao PFM, principalmente em relação aos documentos e informações que o devem compor e os prazos e hipóteses para sua atualização, bem como traz disposições específicas para cada fase do empreendimento. Entre as contribuições trazidas pela Resolução ANM nº 68/2021 para o ALFM, temos: conceituação de alguns termos; inclusão da estabilidade física e estabilidade química como uns dos objetivos do fechamento; revisão quinquenal obrigatória do PFM; menção ao fechamento progressivo.

Como principal contribuição da Lei nº 14.066/2020 no âmbito do fechamento de mina observa-se a obrigatoriedade do fechamento de mina ser convalidado pelo órgão regulador da mineração e pelo órgão ambiental licenciador, haja vista que o fechamento de mina envolve aspectos de responsabilidade de ambos os órgãos.

Embora a Lei nº 14.066/2020 exija que o fechamento de mina seja convalidado pelo órgão regulador da mineração e pelo órgão ambiental licenciador, no Art. 47-A, ela cita que em qualquer hipótese de extinção ou caducidade da concessão minerária, o concessionário fica obrigado a apresentar à entidade outorgante de direitos minerários o PFM e à autoridade ambiental licenciadora o PRAD. Assim, não fica claro o papel do órgão ambiental perante o PFM, bem como as relações existentes entre o PFM e o PRAD, embora Lima, Flores e Costa (2006), afirme que o PRAD é parte integrante do PFM. Além do mais, na Resolução nº 68/2021 de responsabilidade da ANM, não existe nenhum item que condicione a aprovação do fechamento de mina, à convalidação destes pelo órgão ambiental. Outro ponto importante é que participação do órgão ambiental perante o fechamento de mina não deveria ser somente quando do fechamento propriamente dito, mas sim em todas as diversas fases que englobam o fechamento de mina, e a apresentação dos respectivos planos e relatórios de fechamento.

Fazendo uma comparação entre os instrumentos jurídicos, verifica-se a existência de contradição entre o previsto no Decreto nº 9.406/2018, Art. 5º: § 3º e o previsto no próprio Decreto nº 9.406/2018, Art. 5º: § 2º-A e na Lei nº 14.066/2020 "Art. 43-A, parágrafo único, no que se refere a abrangência do fechamento de mina e a abrangência da recuperação de áreas degradadas, embora pela hierarquia das leis, prevaleça o previsto na Lei nº 14.066/2020. O Decreto nº 9.406/2018, Art. 5º: § 3º informa que fechamento da mina pode incluir, entre outros aspectos, a recuperação ambiental da área degradada e a desmobilização das instalações e dos

equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento. Já a Lei nº 14.066/2020, informa que a recuperação do ambiente degradado contempla o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações.

O Decreto nº 9.406/2018, no Art. 34, inciso XVIII, falha ao exigir que as empresas devam executar adequadamente após o término das operações e antes da extinção do título, o plano de fechamento de mina. Essa afirmação vai de encontro aos conceitos já estabelecidos mundialmente, como por exemplo, por ICMM (2018), de que o plano de fechamento de mina deve ser executado ao longo de toda vida útil da mina, e não somente após a paralisação das operações.

A Resolução nº68/2021 falha ao não conceituar o abandono de mina, termo importante no âmbito do fechamento de mina. A não conceituação do termo pode levar a interpretações diversas, não contribuindo para uma legislação clara acerca do fechamento de mina.

O Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), instituição representante das empresas mineradoras brasileiras publicou no ano de 2013 O Guia para Planejamento de Fechamento de Mina, contendo informações importantes a respeito do assunto. Contudo, no âmbito do governo federal, não foi desenvolvido até o momento nenhum guia de natureza sugestiva, não obrigatório, mas que pudesse fornecer para as mineradoras com base na legislação vigente, orientações acerca de metodologias adequadas para elaborar e executar o plano de fechamento de mina, como por exemplo, para avaliação da estabilidade física, estabilidade química, avaliação de riscos, para fechamento parcial de mina e para apresentação do plano de fechamento. A ausência de guias dessa natureza desenvolvidos no âmbito do governo federal pode fazer com que algumas mineradoras brasileiras não desenvolvam planos de fechamento adequados à legislação, e não atinjam os objetivos esperados de fechamento.

A ANM exige que antes de receber a aprovação para iniciar a operação de uma mina, as empresas requerentes apresentem juntamente com o Plano de Aproveitamento Econômico (PAE) um plano de fechamento de mina conceitual, bem como a licença ambiental emitida pelo órgão competente. Após a aprovação do projeto, durante a fase operacional, conforme Art. 10º da Resolução nº 68/2021, as empresas devem fazer as devidas atualizações do PFM a cada 5 anos ou nas alterações do PAE. Até 2 anos antes da previsão de fechamento, as empresas devem apresentar uma última atualização do PFM. Já na fase de fechamento as empresas executam as ações previstas no último PFM aprovado pela ANM. Após conclusão destas ações, tem-se uma etapa de manutenção e monitoramento, mas de tempo e critérios de aceitação indefinidos, haja vista a inexistência do instrumento de transferência de custódia. Posteriormente, quando julgar pertinente, a empresa apresenta o Relatório Final de Fechamento e solicita a renúncia da área. A ANM avalia o Relatório Final de Fechamento e em caso de aprovação, homologa a renúncia. Posteriormente tem-se a fase pós fechamento, que corresponde a fase do uso futuro da área. Importante salientar que no ALFM, não fica claro de quem é a responsabilidade da área após aprovação do Relatório final e homologação da renúncia pela ANM.

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA X RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS

As recomendações a nível internacional identificadas e selecionadas, consideradas chave para constar como exigências em estruturas regulatórias de fechamento de mina, seja como parte integrante do conteúdo mínimo do Plano de Fechamento de Mina ou como instrumentos de controle foram: (i) realizar estudos e executar ações visando atingir a estabilidade física e estabilidade química das estruturas e da área afetada; (ii) realizar estudos de avaliação de riscos; (iii) apresentar a estimativa de custos; (iv) apresentar estudos relacionados ao uso futuro da área;

(v) executar ações de manutenção e monitoramento; (vi) proporcionar o engajamento da comunidade; (vii) atualizar o plano de fechamento de mina; (viii) estabelecer uma garantia financeira; (ix) desenvolver procedimentos claros para transferência de custódia. No

QUADRO 1 constam os principais resultados da comparação entre o atual acabou legal de fechamento de mina e as recomendações internacionais selecionadas.

QUADRO 1 - Atendimento do ALFM em relação às recomendações internacionais.

Recomendação de exigência	Descrição	Avaliação	Atendimento
Realizar estudos e executar ações visando atingir a estabilidade física e estabilidade química das estruturas e da área afetada.	Um dos componentes críticos da política de fechamento é a conteúdo técnico de um plano de fechamento de mina. A estabilidade física e estabilidade química são os aspectos técnicos mínimos que devem ser considerados em qualquer estrutura regulatória de fechamento de mina, pois estes dois aspectos apresentam os maiores riscos à saúde humana e ao meio ambiente, além de representar os maiores riscos financeiros para um governo (World Bank, 2021). A estabilidade física corresponde à situação de segurança estrutural, que melhora a resistência e reduz as forças desestabilizadoras que podem afetar estruturas de uma mina, para o qual são utilizadas medidas no sentido de evitar fenômenos de ruptura, colapso ou erosão, como por exemplo, a ruptura de taludes de minas e de barragens de rejeitos (SERNAGEOMIN, 2018). Já a estabilidade química, corresponde à situação de controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, do solo e dos recursos naturais no entorno das estruturas do empreendimento	No âmbito brasileiro, a Resolução ANM nº 68/2021 exige a apresentação do plano de desmobilização das instalações e equipamentos; plano de estabilização física e química e medidas para impedir o acesso de pessoas não autorizadas.	Atende

	<p>mineral, haja vista que os minérios, estéreis e rejeitos em contato com a água, podem ser muito reativos e gerar impactos negativos, como por exemplo, a drenagem ácida de minas (SERNAGEOMIN, 2014 e APEC, 2018).</p>		
<p>Realizar estudo de avaliação de riscos</p>	<p>A abordagem do planejamento de fechamento de mina baseada em risco desde o início do processo reduz os custos e as incertezas do fechamento. Ao identificar os riscos e incertezas no início do planejamento processo, medidas de mitigação de risco podem ser focadas nos riscos mais importantes relativos às fases de fechamento e pós-fechamento. Uma avaliação de risco deve ser realizada para avaliar as alternativas para minimizar as consequências negativas e maximizar os benefícios do fechamento (World Bank, 2021).</p>	<p>De acordo com a NRM-20.3, é obrigatória a apresentação de uma análise de riscos para o caso de requerimento de fechamento temporário. Já Resolução nº 68/2021 prevê que o PFM das minas em operação e em das minas em fase de encerramento por exaustão deverão conter dentre outros itens, a avaliação dos riscos decorrentes do fechamento do empreendimento e formas de mitigação dos eventuais danos resultantes da atividade. Assim, as minas que se encontram nas fases de requerimento de lavra e pré-operacional não são obrigadas a fazer uma avaliação de riscos. Isso vai de encontro a recomendações de diversas fontes, como Sánchez et al. (2013), DIIS (2016), ICM (2018) e Asr et al. (2019), que defendem que o planejamento de fechamento de mina deve se iniciar desde o projeto de abertura e deve ser progressivo ao longo de todo o ciclo da vida de uma mina, e que deve considerar aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. Todos e estudos e análises necessários deveriam obrigatoriamente apresentados na fase de requerimento de lavra, onde tem-se o PFM de forma conceitual, tendo seu aperfeiçoamento feito à medida que se aprofunda o conhecimento sobre as atividades e a área afetada, possibilitando assim um melhor entendimento dos temas ao longo da vida útil do empreendimento.</p>	<p>Atende parcialmente</p>
<p>Apresentar estimativa de custos</p>	<p>A consideração de aspectos financeiros e orçamentários do fechamento, como a estimativa</p>	<p>O inciso VII do Art. 5º da Resolução ANM nº68/2021 exige a apresentação de cronograma</p>	<p>Atende</p>

	<p>precisa de todos os custos necessários para implementação das ações previstas no plano de fechamento de mina, incluindo a manutenção e monitoramento na etapa pós-fechamento (Voges-Haug & Dowdell 2022, ICMM, 2019 e World Bank, 2021), é um componente importante do fechamento sustentável da mina. Além disso, a revisão regular seguida de atualização e a auditoria externa dos custos de fechamento também são recomendadas (ICMM, 2020).</p>	<p>físico-financeiro do PFM, integrando ações de fechamento e pós-fechamento, contudo, não existem exigências para que os custos sejam apresentados de forma detalhada, ou que sejam especificadas as bases de cálculo ou os custos unitários.</p>	
<p>Apresentar estudos relacionados a definição do uso futuro da área</p>	<p>Descrição do potencial uso futuro da área pós-fechamento compatível com suas aptidões e restrições e com as demandas locais e regionais. A política de fechamento deve promover uma abordagem para o uso da área na etapa pós-fechamento que começa no estágio inicial de planejamento da mina e continua durante a operação como parte de um plano de fechamento dinâmico e em evolução (Sánchez et al. 2013 e APEC, 2018).</p>	<p>A Resolução ANM nº68/2021, Art. 6º, inciso VII, exige a apresentação de diretrizes para adequação da área ao uso futuro previsto, mas somente a partir da fase de operação, não englobando as minas nas fases de requerimento de lavra e pré-operacional, apresentando dessa forma, problema similar ao identificado no item relacionado à análise de riscos.</p>	<p>Atende parcialmente</p>
<p>Executar ações de manutenção e monitoramento</p>	<p>Inclusão de um plano de manutenção e monitoramento dos principais indicadores na etapa pós-fechamento (Sánchez et al. 2013) ou durante a fase de fechamento temporário (Pepper et al. 2021).</p>	<p>O inciso VI, do Art. 6º da Resolução ANM nº 68/2021 e a NRM-20.3 exigem a apresentação de ações de manutenção e monitoramento das estruturas na fase pós fechamento e nos casos de fechamento temporário, respectivamente.</p>	<p>Atende</p>
<p>Proporcionar o engajamento da comunidade</p>	<p>As comunidades do entorno devem ser envolvidas no processo de desenvolvimento do plano de fechamento de mina e suas atualizações, de forma que seus pontos de vista, interesses e expectativas sejam discutidos e avaliados (Sánchez et al. 2013 e ICMM, 2019), sobretudo, nas questões relativas a definição do uso futuro da área. Durante o planejamento para</p>	<p>Nos normativos federais não existem exigências para que as mineradoras façam consultas e envolvam as comunidades afetadas pela mineração nos aspectos relativos ao plano de fechamento de mina. Por outro lado, em casos específicos, a legislação ambiental exige por meio de audiências públicas, a participação da comunidade na aprovação de empreendimentos sujeitos à</p>	<p>Não atende</p>

	<p>o fechamento da mina devem ser avaliadas formas de proporcionar o efetivo envolvimento da comunidade, a fim de buscar a definição democrática do uso futuro do solo e evitar conflitos futuros. Os estudos de casos específicos apontam que os projetos mais exitosos de desativação de minas foram aqueles que buscaram um efetivo envolvimento com as partes interessadas durante toda a operação até o completo encerramento (World Bank & IFC, 2002, segundo Gonçalves, 2017).</p>	<p>elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Contudo, também não existe na legislação ambiental, exigência de consulta pública associada ao fechamento de empreendimentos mineiros.</p>	
<p>Atualizar o plano de fechamento de mina</p>	<p>Os planos de fechamento de mina são dinâmicos e as minas geralmente não são fechadas com a mesma configuração e na mesma data planejada antes do início das operações. É necessário um programa regular de atualizações do plano de fechamento durante o ciclo de vida da mina que permita a incorporação de mudanças operacionais, ambientais, sociais, mercadológicas e econômicas, bem como dos resultados dos estudos e avaliações em curso (APEC, 2018 e World Bank, 2021). À medida em que o final da vida útil do empreendimento se aproxima, permite-se uma avaliação mais detalhada das condições em que se dará o fechamento e, conseqüentemente, a elaboração de um plano mais detalhado e coerente com estas condições (Flores & Lima, 2012).</p>	<p>De acordo com o Art. 10º da Resolução ANM nº 68/2021, as mineradoras são obrigadas a revisar e atualizar o plano de fechamento a cada cinco anos com intensidade e nível de informação crescentes ocorrendo conforme o fim da vida da mina se aproxima ou nas atualizações do PAE. Já de acordo com o Art. 13º da mesma Resolução, a última atualização do plano de fechamento deverá ser feita com antecedência mínima de 2 (dois) anos da data prevista para o fechamento. Tal fato representa incongruência, uma vez que a Resolução ANM nº 68/2021 não incorporou o conteúdo ligado a NRM-20.3 que trata do fechamento temporário, tema que tem relação direta como o fechamento de mina. Diante disso, não há previsão, por exemplo, da atualização do PFM antes do reinício das operações após um fechamento temporário, fase onde podem ocorrer e gerar mudanças relevantes para o PFM.</p>	<p>Atende</p>
<p>Estabelecer garantia financeira</p>	<p>A garantia financeira é um instrumento em que os governos obrigam as empresas a estabelecerem garantias, que podem ser de variadas formas, a depender de cada legislação específica, para que fundos suficientes estejam</p>	<p>Embora verifique-se no âmbito da ANM uma agenda regulatória em andamento, sendo um dos temas o estabelecimento de garantias financeiras para cobrir os riscos advindos da atividade de mineração (ANM, 2022), a legislação brasileira não</p>	<p>Não atende</p>

	<p>disponíveis para implementar todas as ações previstas no plano de fechamento para os casos em que as mineradoras sejam incapazes ou relutem em executá-lo (APEC, 2018 e World Bank, 2021). Surgiu, justamente da necessidade de evitar que a responsabilidade de fechamento da área recaísse sobre o poder público, gerando custos que muitos Estados não têm condições de assumir (Muñoz, 2008). A existência de um mecanismo que garanta a disponibilidade de recursos financeiros suficientes ao final da vida útil da mina (planejada ou não) é considerado globalmente um ponto essencial de qualquer política efetiva de fechamento de mina (IGF, 2021), principalmente pelo fato de que ao final da vida útil, os recursos financeiros são escassos ou inexistentes e o fechamento envolve vultuosas quantias (Gonçalves, 2017). Importante destacar que a garantia financeira difere do provisionamento financeiro feito por algumas empresas para o fechamento de mina, sendo que estes último não tem caráter obrigatório.</p>	<p>exige a constituição de garantia financeira para o fechamento de mina. A inexistência do instrumento de garantia financeira na legislação federal não fornece ao governo brasileiro uma proteção contra a existência de passivos financeiros para o fechamento de minas. Assim, nos casos de não cumprimento das ações previstas no PFM por parte das mineradoras, como no país não existe disponibilidade de verba governamentais ou outros fundos que tenham como objetivo executar tais ações, fica para o governo o custo de executar o fechamento da área. Essa lacuna é relevante e ratifica os achados de POVEDA (2006), e de TCU (2019 e 2020), sendo que o último, por meio de auditoria, recomendou que a ANM regulamentasse o estabelecimento obrigatório do instrumento de garantia financeira para o fechamento de mina no Brasil. A garantia financeira é uma ferramenta importante na minimização dos riscos de abandono ou de fechamentos malsucedidos e sua implantação na legislação brasileira traria avanços consideráveis nos aspectos relacionados ao fechamento de mina no país.</p>	
<p>Desenvolver procedimentos claros para transferência de custódia</p>	<p>A transferência de custódia consiste na aprovação formal pela autoridade reguladora pertinente indicando que os critérios de fechamento para a mina foram atingidos de forma satisfatória para essa autoridade (ICMM, 2008). Para Sánchez et al. (2013), a transferência de custódia no âmbito do fechamento de mina, é a transferência a um terceiro da responsabilidade pelo cuidado da área, usualmente após ao atendimento as obrigações legais e aos critérios de avaliação. Condições claras, mensuráveis e</p>	<p>O Art. 19º da Resolução ANM nº68/2021 prevê que a renúncia ao título minerário somente poderá ser homologada após aprovação do relatório final de execução do plano de fechamento pela ANM. Contudo, a legislação não prevê o estabelecimento, por meio de um documento específico firmado entre a ANM e as empresas, quais as condições mínimas são necessárias para considerar que o plano de fechamento de mina aprovado foi atendido e para a efetivação da transferência de custódia da área. O não estabelecimento de</p>	<p>Não atende</p>

	<p>auditáveis precisam ser acordadas entre as empresas e as autoridades reguladoras para permitir que a transferência de custódia seja planejada e obtida. Após conclusão das ações previstas no plano de fechamento de mina pode ser necessário monitorar os resultados do fechamento, incluindo a estabilidade química e física, por vários anos após o fechamento. Logo que este monitoramento estabelecer que não existem problemas aparentes, o órgão regulador pode aceitar a transferência de custódia em um período de tempo razoável (ICMM, 2008). A área sendo devolvida, a mineradora deixaria de ser responsável por responsabilidades futuras associadas a propriedade. Conseqüentemente, a futura manutenção das propriedades seria uma responsabilidade do próximo proprietário, muitas vezes, a sociedade, por meio do governo (APEC, 2018). Destaca-se que a transferência de custódia ainda é tema de muito debate, com diferentes provisões pelas leis locais e geralmente sujeitas a esclarecimentos entre a empresa e a autoridade reguladora (Gonçalves, 2017).</p>	<p>condições claras, mensuráveis e auditáveis, gera insegurança jurídica, sobretudo quando se trata de grandes empreendimentos, dificultando o processo e o interesse das empresas no efetivo fechamento de mina.</p>	
--	---	---	--

PROPOSIÇÕES

Tendo em vista os resultados observados no presente estudo, como medida principal, propõe-se que o governo federal deve contrate os serviços especializados e conte com a vasta experiência do Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF), do qual é membro, para avaliação completa das leis, políticas e regulamentos de fechamento de mina existentes no país, identificando os pontos fortes, fracos e as lacunas, por meio de pesquisa

documental, revisão de políticas, visitas à minas e consultas às partes interessadas do governo, da sociedade civil e do setor privado.

Considerando ainda os resultados observados no presente estudo, de forma mais específica e paralelamente, devem-se ser adotadas as ações abaixo para melhoria na estrutura regulatória de fechamento de mina do Brasil. Na FIGURA 2, considerando as proposições feitas, é apresentada a propostas de fluxo processual simplificado de fechamento de mina.

- a) Utilizar os modelos de avaliação e implementação e revisão de estrutura regulatória de fechamento de mina oferecidos por APEC (2018) e World Bank (2021);
- b) Seguir as seguintes recomendações de OCDE (2022), embora estas não tratem de forma específica do tema fechamento de mina;
 - i) Realizar avaliação ex post para garantir que os riscos críticos sejam devidamente regulamentados e gerenciados;
 - ii) Estabelecer mecanismos e ações que promovam a coerência regulatória entre o governo federal e os estados;
- c) Instituir a obrigatoriedade do estabelecimento de garantia financeira para fechamento de mina sendo o montante determinado a partir da estimativa periódica do valor presente dos custos de implementação de todas as medidas de fechamento necessárias, incluídas aí as etapas de manutenção e monitoramento. Pode-se incluir a previsão de possibilidade da empresa pedir a liberação gradual da garantia financeira à medida que são executadas as ações previstas no PFM e que estas sejam aprovadas pelo órgão regulador competente;
- d) Instituir instrumentos legais que formalizem a transferência de custódia para que possam ser estabelecidos, entre o órgão regulador e as empresas de mineração,

requisitos mínimos de sucesso mensuráveis e auditáveis para que todas as ações de fechamento possam ser consideradas como concluídas e as responsabilidades das empresas de fechamento sobre a área, cessem, conforme os achados de Flores e Lima (2012);

- e) Instituir mecanismos que permitam a efetiva participação da comunidade afetada no planejamento do fechamento de mina;
- f) Definir, de forma clara, em lei, que o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas é parte integrante do Plano de Fechamento de Mina, conforme Lima, et al. 2006 e estabelecer um fluxo processual entre a ANM e os órgãos ambientais de forma que a aprovação do Plano de Fechamento e aprovação de sua execução na ANM dependam de uma declaração emitida pelo órgão ambiental informando que o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas foi aprovado ou que a execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas foi aprovada, respectivamente.
- g) Consolidar na Resolução ANM que trata da maioria dos aspectos de fechamento de mina, os aspectos relacionados ao fechamento temporário, retomada de operações e reabilitação de áreas pesquisadas, mineradas e impactadas, que hoje estão dispersos na NRM-20.3, NRM-20.6 e NRM-21, respectivamente;
- h) Instituir auditorias regulares obrigatórias, a cada cinco anos, realizadas por profissionais especialistas nas diversas áreas que abrangem o fechamento de mina, cadastrados em banco de dados específico da ANM e custeadas pelas mineradoras com o objetivo avaliar a adequação e cumprimento do conteúdo do plano de fechamento e sua atualização;

- i) Instituir auditorias extraordinárias obrigatórias realizadas por profissionais especialistas nas diversas áreas que abrangem o fechamento de mina, cadastrados em banco de dados específico da ANM e custeadas pelas mineradoras em caso de situações relevantes relacionadas com a modificação ou retificação do plano de fechamento ou em caso de paralisações temporárias e retomada de operações;
- j) Instituir conforme Quadro 2, um conteúdo mínimo do Plano de Fechamento de Mina, independente da fase em que se encontre o empreendimento, sendo o detalhamento progressivo ao longo da vida da mina, à medida que se obtém mais informações a respeito do empreendimento e área no entorno. Baseado no nível de informação o Plano de Fechamento poderá ser classificado como conceitual, básico ou detalhado.

QUADRO 2 – Proposta de conteúdo mínimo do Plano de Fechamento de Mina.

Item	Descrição
1. Resumo executivo	Deve apresentar de forma resumida os objetivos e escopo do projeto do Plano de Fechamento de Mina, as instalações às quais o Plano será aplicado, as obras, ações e/ou medidas propostas para fechamento. Deve apresentar também o custo das obras, medidas e ações contempladas no Plano de Fechamento de Mina, os instrumentos financeiros utilizados para garantir o Plano e o prazo estimado de execução. O sumário executivo deve ser autossuficiente, ser redigido de forma compreensível para não especialistas da área, de acordo com o conteúdo indicado nas seções seguintes, não podendo ultrapassar 10 páginas.
2. Índice	Os diferentes títulos, capítulos e tópicos incluídos no Relatório devem ser indicados e listados, especificando e listando cada um dos anexos.
3. Tipo de plano de fechamento	Neste capítulo deve ser indicado se o Plano de Fechamento que é apresentado para aprovação é um Plano de Fechamento Total, que envolve todas as instalações que compõem o empreendimento; Plano de Fechamento Parcial, que envolve uma ou mais instalações que fazem parte do empreendimento ou um Plano de Fechamento Temporário, no caso de fechamento por período determinado (em que nenhum tipo de operação é realizada durante um período de tempo). Para os Planos de Fechamento Total, deve-se indicar se é o primeiro plano de fechamento do empreendimento ou se é uma atualização deste. No caso de Fechamento Temporário, deverá ser especificada a justificativa e prazo proposto pela empresa para suspensão de suas atividades, que não poderá ultrapassar dois anos.
4. O empreendimento 4.1 Identificação 4.2 Localização 4.3 Descrição da operação	Pelo menos as seguintes informações devem ser apresentadas: <ul style="list-style-type: none"> • Razão social (pessoa jurídica) ou nome (pessoa física) do Titular; • Nome do empreendimento; • Número do processo minerário; • Nome e número do título autorizativo de lavra; • Endereço, telefones de contato, e-mail institucional; • Descrição resumida do processo produtivo, contendo o minério a ser extraído ou beneficiado e sua produção mensal; • Nome do responsável técnico com o número do registro no sistema CONFEA, número

	da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, que deve estar em anexo.
5. Descrição da região do entorno	A área onde se localiza o empreendimento deve ser indicada e descrita de forma apropriada, indicando as características atmosféricas, pluviométricas, sísmicas, geológicas, geomorfológicas e hidrográficas da área de influência, bem como a presença de populações próximas, atividades econômicas e outros aspectos importantes.
6. Avaliação de riscos (metodologia)	Deve ser feita a descrição da metodologia e dos critérios utilizados para avaliar os riscos do site em situação de fechamento a fim de determinar se os referidos riscos são significativos ou não.
7. Instalações 7.1 Características 7.2 Localização 7.3 Avaliação de riscos 7.4 Medidas, atividades e obras de fechamento 7.5 Medidas, atividades e obras pós fechamento 7.6 Uso futuro	Deve fornecer uma descrição de cada uma das instalações, incluindo as minas a céu aberto e minas subterrâneas, plantas de beneficiamento, pilhas de lixiviação, fundições e refinarias, depósitos de rejeitos, depósitos de estéreis, oficinas, áreas de empréstimo, vias de acesso, entre outras necessárias para viabilização do empreendimento. Para cada instalação, pelo menos as seguintes informações devem ser incluídas: <ul style="list-style-type: none"> • Características da Instalação: cada instalação será identificada, fornecendo as características de sua estrutura, dimensões, superfícies, componentes, volumes, produção, tonelagem, etc; • Localização: deve ser incluída a localização georreferenciada em coordenadas geográficas, <i>Datum</i> SIRGAS 2000; • Avaliação de Riscos: uma Avaliação de Risco da instalação deve ser apresentada, em condição de fechamento. Para essa avaliação de risco, a empresa deve levar em consideração, pelo menos, os seguintes aspectos: características da instalação, localização, proximidade de centros populacionais, atributos relevantes do meio ambiente (córregos, rios, etc.); • Medidas de fechamento e pós fechamento: com base na Avaliação de Risco realizada na instalação, deverão ser informadas todas as medidas de fechamento e pós fechamento necessárias e o volume que permite a valoração dessas medidas, indicando a unidade de medida utilizada; • Uso futuro: informar o uso futuro pretendido para cada uma das instalações.
8. Quantificação dos custos para o fechamento e pós-fechamento 8.1 Critérios para quantificação 8.2 Tipos de custos 8.2.1 Custos diretos de fechamento 8.2.2 Custos diretos pós fechamento 8.2.3 Custos indiretos e de administração 8.2.4 Contingências 8.3 Apresentação dos custos	Deve ser apresentada de forma detalhada a valoração de todas as medidas necessárias para o fechamento para garantir a estabilidade física e química das instalações do empreendimento. A valoração deve ser realizada por instalação, devendo ser apresentada uma tabela onde constem as seguintes informações: nome da instalação, principais características, medidas de fechamento a serem realizadas, unidades de medida, custos unitários e custos totais. A Valoração do Plano de Fechamento deve considerar os custos de administração, seja ele executado diretamente pela empresa, ou por terceiro contratado para este fim pela empresa.
9. Programa de difusão para a comunidade	Deve conter, no mínimo, os seguintes itens relacionados ao Programa de Difusão do Plano de Fechamento de Mina: <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos: indicar os objetivos específicos do programa; • Público-alvo: identificar para qual público que vai chegar a informação sobre o fechamento de mina, que dependerá também da área de influência do empreendimento; • Estratégia de implementação: indicar como irá desenvolver o programa de difusão; • Cronograma de atividades: indicar o período em que desenvolverá cada atividade de difusão; • Formas de difusão: indicar o tipo de difusão que se desenvolverá, se serão, por exemplo, palestras, conferências, publicações em diversos meios de comunicação, etc. O início do Programa de Difusão deve atender aos seguintes prazos de acordo com o tipo de fechamento de mina: <ul style="list-style-type: none"> • Fechamento Final: deve começar pelo menos 2 anos antes da execução do plano de

	<p>fechamento final;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fechamento Parcial: deve começar pelo menos 1 ano antes da execução do plano de fechamento parcial; • Fechamento Temporário: deve começar pelo menos 30 dias antes da execução do plano de fechamento temporário.
10. Anexos	Deve ser utilizado para inclusão de qualquer outro documento que sirva de base para o Plano de Fechamento, tais como: a bibliografia, relatórios laboratoriais, anotação de responsabilidade técnica, estudos específicos, cálculos matemáticos, figuras, mapas, plantas, tabelas e fotografias.

k) Desenvolver guias metodológicos, como por exemplo, os editados pelo SERNAGEOMIN (2014, 2018, 2020), não obrigatórios, mas que sirvam como ferramenta para as empresas elaborarem e executarem o PFM de acordo com o previsto em legislação.

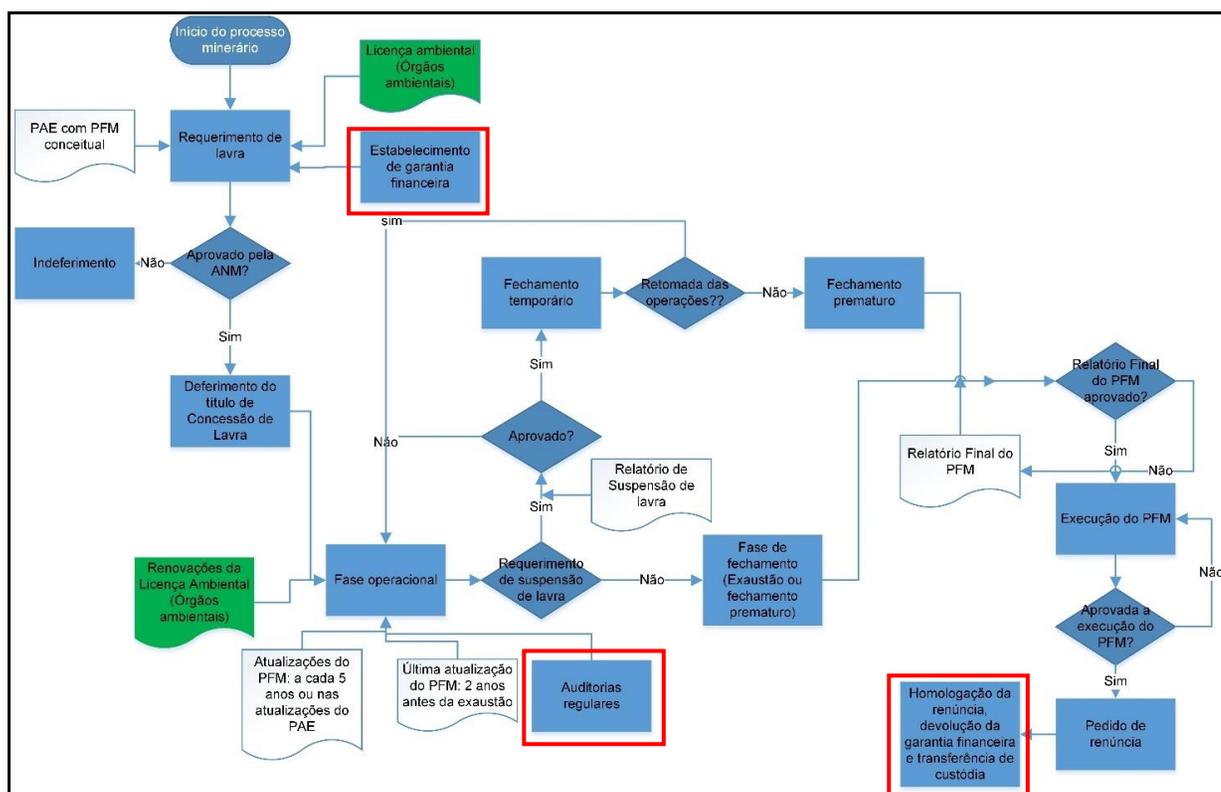


FIGURA 2 - Proposta do fluxograma de fechamento de mina.

CONCLUSÕES

O artigo tratou da regulamentação federal de fechamento de mina como um dos fatores de sucesso para obtenção de êxito nos casos de fechamento de mina, minimizando os impactos ambientais, de saúde e segurança e socioeconômicos existentes.

Embora existam alguns estudos publicados relacionados à legislação de fechamento de mina do Brasil, a pesquisa realizada é única no que se refere à análise de critérios chave de fechamento considerando o atual ALFM.

Neste estudo, os achados, em geral, demonstram que apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, o ALFM apresenta-se de forma compartimentada, contraditória e confusa em alguns aspectos. Não estão claras as responsabilidades do órgão regulador da mineração e órgãos ambientais e não é definida a relação existente entre conceitos importantes como o PFM e PRAD.

O ALFM não exige os componentes essenciais característicos de uma boa estrutura de regulação de fechamento de mina de acordo com as melhores práticas internacionais. Entre elas: o estabelecimento de garantias financeiras para fechamento de mina e a previsão de transferência de custódia. Também inexistem guias orientativos oficiais para fechamento de mina. As exigências e instrumentos constantes no ALFM não são suficientes para permitir a elaboração e execução tecnicamente adequada de planos de fechamento de mina.

Espera-se que este estudo constitua uma ferramenta para fornecer aos legisladores, órgão regulador da mineração, empresas mineradoras, comunidades afetadas pela mineração e sociedade em geral, uma ideia geral da gestão do fechamento de minas no Brasil, e que os resultados desta pesquisa possam ser considerados na formulação de políticas para melhoria da regulação do fechamento de mina a nível federal, a partir do desenvolvimento de novos regulamentos ou aprimoramento dos já existentes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES - Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Resolução ANM nº 68, de 30 de abril de 2021. Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001. Diário Oficial da União: edição 82, seção 1, página 102, Brasília, DF, 04 mai. 2021.
- ANMa – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Resolução ANM nº 105, de 20 de abril de 2022. Aprova a Agenda Regulatória da Agência Nacional de Mineração – ANM para o biênio 2022/2023. Diário Oficial da União: edição 78, seção 1, página 213, Brasília, DF, 27 abri. 2022.
- ANMb – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Resolução nº 95, de 7 de fevereiro de 2022. Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Diário Oficial da União: edição 33, seção 1, página 49, Brasília, DF, 07 fev. 2022.
- ARAÚJO, E. R. Fechamento de minas no Brasil: aspectos legais e consequências sobre o meio ambiente e populações locais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2016. 52p. (Série Estudos e Documentos, 91). Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1964/1/SED-91.pdf>. Acessado em 09ago2022.
- APEC- ASIA PACIFIC ECONOMIC COOPERATION. Mining Task Force – Mine closure checklist for governments, 2018. Disponível em: <https://www.apec.org/Publications/2018/03/Mine-Closure---Checklist-for-Governments>. Acessado em 17out2019.
- BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 abr. 1989.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 set. 1981.
- BRASIL. Decreto nº 10.965, de 11 de fevereiro de 202. Altera o Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, que regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.
- BRASIL. Decreto nº 9.406/2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227/1967, a Lei nº 6.567/1978, a Lei nº 7.805/1989, e a Lei nº 13.575/2017. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 13 jun. 2018.
- BRASIL. Lei nº 14.066/2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 13 jun. 2018.
- DNPM. Portaria nº 237/2001. Aprova as normas reguladoras de mineração, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227/1967. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 19 out. 2001.
- DMP and EPA. DEPARTMENT OF MINES AND PETROLEUM AND ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY. Guidelines for preparing Mine Closure Plans, 2015. Disponível em: [http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/153549_WEB VERSION-Guidelines for Preparing Mine Closure Plans.pdf](http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/153549_WEB_VERSION-Guidelines%20for%20Preparing%20Mine%20Closure%20Plans.pdf). Acessado em 17out2021.

- FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Cadastro de minas paralisadas e abandonadas no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2016, 38 p.
- FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão do Estado de Minas Gerais - Protocolo n° 02090000036202271. Relatório de abandono e situação atual das barragens de rejeitos da Mina Engenho D'Água da Mundo Mineração Ltda, 2022.
- FERNANDES, P.R.M; LIMA, H. M. O quadro normativo do fechamento de mina e a gestão de minas abandonadas no Brasil e no Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* (2021): 8(18): 353-370. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081823](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081823). Acessado em 02out2022.
- FLORES, J.; LIMA, H. Fechamento de mina: aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais. Ouro Preto: Editora UFOP, 2012.
- GONÇALVES, M. M. Fechamento de minas: gestão de riscos e sustentabilidade no pós-operação. In: GOMES, C. A. (Organizadora), *Riscos Tecnológicos*. Lisboa: Instituto de Ciências Jurídico-Políticas – Centro de Investigação de Direito Público. p.291-412, 2017.
- HALL, N., HALL, S. Global implications and challenges of evolving mine closure requirements in Western Australia. In: JARVIE-EGGART, M. (Ed.), *Responsible Mining: Case Studies in Managing Social and Environmental Risks in the Developed World*. Society for Mining, Metallurgy & Exploration, US, pp. 583– 608, 2015.
- ICMM - INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS. *Integrated Mine Closure, Good Practice Guide*, 2nd Edition, 2018. Disponível em: <https://www.icmm.com/en-gb/news/2019/icmm-launches-new-closure-guide>. Acessado em 04fev2019.
- ICMM - INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS. *Key Performance Indicators: Tools for Closure*, London, 2020.
- IGFa - INTERGOVERNMENTAL FORUM ON MINING, MINERALS, METALS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Current status of mine closure readiness: are governments prepared?. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/2021-08/status-mine-closure-readiness-en.pdf>. Acessado em 04fev2022.
- IGFb- INTERGOVERNMENTAL FORUM ON MINING, MINERALS, METALS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Políticas sobre cierre de minas en América del Sur. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/2021-01/igf-case-study-mine-closure-south-america-es.pdf>. Acessado em 04fev2022.
- IGF and ICMM -INTERGOVERNMENTAL FORUM ON MINING, MINERALS, METALS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT; ICMM - INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS.<https://www.igfmining.org/mine-closure-challenges-government-industry/>. Mine Closure Challenges for Government and Industry October 14, 2021 Posted by Rob Stevens, IGF and Dawn Brock, ICMM.
- IIED - INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Social Impact Assessment in the Mining Industry: Current Situation and Future Directions*, United Kingdom, 2002.
- LAURENCE, D. Optimisation of the mine closure process. *Journal of Cleaner Production*, n. 14, p. 285-298, 2006.
- LIMA, H. M.; FLORES, J. C. C.; COSTA, F. L. Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. *REM: Revista Escola de Minas*, v. 59, n. 4, p. 397-402, 2006.
- LIMA, H. M., FLORES, J. C. C., DIAS, J. C. Avaliação da NRM-20 como diretriz e como instrumento de implemento do fechamento da mina no Brasil. *REM: Revista Escola de Minas*, v. 67, p.367-372, 2014.
- MONOSKY, M., KEELING, A., 2021. Planning for social and community-engaged closure: A comparison of mine closure plans from Canada's territorial and provincial north. *Journal of Environmental Management*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111324>. Acessado em 01set2022.
- MUÑOZ, J. O. *Planes de Cierres Mineros*. Curso resumido.Universidad Complutense de Madrid. p. 114, 2008. Disponível em: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres>. Acessado em 01nov2022.

- OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Governança regulatória no setor de mineração no Brasil, OCDE Publishing, Paris, 2022. <https://doi.org/10.1787/df9252dc-pt>. Acessado em 01ago2022.
- PECK, P. Mining for Closure: policies, practices and guidelines for sustainable mining and closure of mines. UNEP. Romênia, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262259186_Mining_for_Closure_Policies_and_Guidelines_for_Sustainable_Mining_Practice_and_Closure_of_Mines/link/02e7e5374903e7c2ff000000/download. Acessado em 04nov2022.
- PEPPER, M., HUGHES, M., HAIGH, Y., 2021. Loophole or lifeline? The policy challenges of mines in care and maintenance. *The Extractive Industries and Society*, 8(3), 100879. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.014>. Acessado em 01nov2022.
- POVEDA, E. P. R. A eficácia legal na desativação de empreendimentos minerários. Campinas, 2006. 132p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.
- RESENDE, A. G., LIMA, H. M. Análise das concessões de lavra quanto às suspensões temporárias de operação. REM: Revista Escola de Minas, v. 62, p.539-544, 2009.
- SAMPAIO, J.; ROSSI, C.; PIERI, B. Desativação de minas: considerações sobre a legislação brasileira frente a parâmetros internacionais. *Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas*, v. 20, n. 36, p. 43-70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/rdj.v20i36.2766>. Acessado em 01nov2022.
- SÁNCHEZ, L. E., SILVA-SÁNCHEZ, S.S., NERI, A. Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.
- SEMAP - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/URCS_SupramCentral/RioVelhas/78/14.3-mundo-mineracao-ltda.pdf. Acessado em 04nov2022.
- SERNAGEOMIN - SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERIA. Guía Metodologica de Evaluación de Riesgos Para el Cierre de Faenas Mineras, 2014.
- SERNAGEOMIN - SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERIA. Guia Metodologica para Evaluacion de la Estabilidad Física de Instalaciones Remanentes, 2018.
- SERNAGEOMIN - SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERIA. Guía metodológica para la presentación y actualización de planes de cierre sometidos al procedimiento de aplicación general, 2020.
- SYAHRIR, R., WALL, F., DIALLO, P. Coping with sudden mine closure: The importance of resilient communities and good governance. *The Extractive Industries and Society*, 101009, 2021.
- TCUa - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de Auditoria. Acórdão nº 1193/2020 – TCU – Plenário. Processo TC 018.919/2019-8. Brasília: 2019. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*NUMACORDAO%253A1193%2520ANOACORDAO%253A2020%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%2520. Acessado em 04set2022.
- TCUb - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de Acompanhamento. Acórdão 2914/2020-Plenário. Processo TC 022.781/2018-8. Brasília: 2018. https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*NUMACORDAO%253A2914%2520ANOACORDAO%253A2020%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%2520. Acessado em 04set2022.
- TCU - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Relatório de Levantamento. Acórdão 863/2021-Plenário. Processo TC 028.623/2020-7. Brasília: 2020. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*NUMACORDAO%253A863%2520ANOACORDAO%253A2021%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/%2520. Acessado em 04set2022.

- VIVODA, VLADO; KEMP, DEANNA; OWEN, JOHN. Regulating the social aspects of mine closure in three Australian states. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, v. 37, n. 4, p. 405-424, 2019.
- WORLD BANK. *Towards Sustainable Decommissioning and Closure of Oil Fields and Mines: A Toolkit to Assist Government Agencies*, version 3, Washington, USA, 2010.
- WORLD BANK. *Mine Closure: A toolbox for governments*. 2021. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35504> License: CC BY 3.0 IGO.” Acessado em 03dez2021.
- WORLD BANK and IFC - INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. *It's Not Over When It's Over: MINE CLOSURE AROUND THE WORLD*. The World Bank Group's. Mining Department. Mining and Development. Washington, D.C, USA, 2012, p. 12.
- VOGES-HAUG, B & DOWDELL, D. 'Navigating stakeholder engagement with regulatory bodies as part of the mine closure process', in AB Fourie, M Tibbett & G Boggs (eds), *Mine Closure 2022: 15th International Conference on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 267-278, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.36487/ACG_repo/2215_16 Acessado em 04set2022.
- UNITED NATIONS. *The Future We Want*. Pontos 227 e 228. Disponível em: http://www.un.org/disabilities/documents/rio20_outcome_document_complete.pdf. Acessado em 12nov22.

CAPÍTULO 3

ARTIGO 2 – ARE MINING COMPANIES MATURE FOR MINE CLOSURE? AN APPROACH FOR EVALUATING PREPAREDNESS

Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness

Abstract

Evaluating how well a mining company is prepared to close an operating mine can help in managing the risks of not achieving closure goals and intended future site conditions. Considering international best practices recommendations, we developed and tested a procedure to evaluate, during the operational phase, the preparedness of companies to close a mine. Based on the principles of physical stability, chemical stability, socioeconomic transition, and post-mining land use, a weighted checklist containing 69 best practice statements was tested in three operating metal mines in Northeastern Brazil. The best practice statements and their respective weights were submitted to a 12-member expert group. The practices are organized in four assessment areas: (i) mine closure documents, (ii) physical and chemical stability, (iii) costs and financial provisioning, and (iv) community engagement and social transition. In applying the tool, evidence is collected by document review, interviews and site inspections, and evaluated using professional judgement to determine a level of achievement for each group of practices. A preparedness index is then calculated and a preparedness level is obtained. All field-tested mines ranked high for cost and financial provisioning, possibly reflecting they are publicly-owned companies, but ranked in the medium range for the three other assessment areas, indicating a risk of negative legacy. Their preparedness for closure should be a matter of concern for investors, regulators and communities.

Keywords: legacy; metal mining; mine planning; mine rehabilitation; early closure.

1. Introduction

There is widespread understanding that mine closure planning should be part of general planning for a new mine and that closure plans should be periodically updated (APEC, 2018; ICMM, 2018). Moreover, progressive closure should be implemented as far as possible during the operational phase, aiming at achieving the intended post-closure land use (Rosa et al., 2018). However, there is ample evidence that the care many mining companies have for opening mines is not the same they have when preparing for mine closure (Laurence, 2006). Abandonment or unsuccessful closure is still the fate of several mine sites (UNDP and UN Environment, 2018), harming the mining companies themselves, but especially communities, governments, and society in general, leaving a legacy of health and safety hazards, unemployment, declines in revenue, as well as environmental degradation (Unger et al., 2015; Bennett, 2016).

The fact that many companies carry out a substantial part of closure actions only at the end of a mine lifespan with limited technical preparation and financial resources is one reason of poor performance (Limpitlaw and Mitchell, 2013; McCullough, 2016). The problem is further exacerbated when companies avoid mine closure through indefinite care and maintenance (Pepper et al., 2021). Mining Journal (2017) ranked mine closure among the five highest operational risks to mining.

Successful mine closure requires joint effort and cooperation between companies, governments and communities (Syahrir et al., 2021) in a process that begins when planning for a new project and progresses throughout its entire life cycle, considering technical, environmental, social, cultural, and economic aspects (DIIS, 2016c; ICMM, 2018; Asr et al., 2019) aiming at meeting agreed closure objectives (Sánchez et al., 2014; Rosa et al., 2018).

The importance of adequate closure planning for all structures or domains in a mine becomes evident when observing the catastrophic rupture that occurred in 25 January 2019 of the B1 tailings dam in Brumadinho, Brazil. The dam, inactive since 2016, collapsed due to technical, organizational, and governance problems (CIAEA, 2020) that were not compatible with best practices in mine closure planning. This case has been considered the most fatal tailings dam rupture in the history of mining (Saes and Muradian, 2021), killing 266 people while 4 were still missing as of June 2022, in addition to extensive environmental and socioeconomic damages (Vale, 2022).

While it is widely acknowledged that closure plans should be regularly updated to reflect changes in reserves, production processes, markets, technology, environmental issues, community expectations, and regulations (ICMM, 2018), closure planning generally assumes that mining will advance to the exhaustion of reserves. Less attention has been dedicated to sudden or premature closure – i.e. before mineral reserves have been exhausted (Laurence, 2006; Sánchez, 2011; Sánchez et al., 2014). Mines can close prematurely for a variety of reasons - economic, environmental, social, market, or political (Laurence, 2006; Sánchez, 2011; DMP and EPA, 2015; ICMM, 2018; Anglo American, 2019b).

Premature closure represents ~75% of almost one thousand mine closures worldwide in the period 1981-2009 (Laurence, 2011). Yet, the phenomenon is still scarcely studied and approaches to minimize risks are poorly known, making early closure a growing priority for the industry, government, and communities (Laurence, 2011; Syahrir et al, 2021). Evaluating how a mining company is prepared to address the risks of premature closure (Taveira and Sánchez, 2016) could help to identify possible planning gaps and corresponding actions to address those gaps.

Progressive closure and regular updates of the closure plan enables companies to assess their preparedness for closure and to plan for premature closure. Such an assessment can provide support for mining companies to develop any improvements or corrective actions to reduce risks to the environment, health and safety of workers and communities, that are inherent to closure activities, and pilot the transition to the post-mining period.

Progressive closure is defined as the implementation of closure activities over the course of the mine's lifecycle (ICMM, 2018). The importance of this strategy lies in reducing the risks of not achieving closure goals (DIIS, 2016c). A successful approach to progressive closure must be integrated with the company's management system, focusing on continuous improvement, and based on specific knowledge, research, and monitoring of the mining structure that will be closed (DIIS, 2016c). As a mining structure – such as a tailings dam or a waste rock deposit – becomes inactive, it should be decommissioned and rehabilitated according to the closure plan (Heikkinen et al., 2008; DMP and EPA, 2015; ICMM, 2018; Lacy et al., 2019). Among the advantages of conducting progressive mine closure are a greater comprehension of the characteristics of each structure; opportunity to test and improve rehabilitation practices; progressive reduction of potential liabilities; greater accuracy of estimates and minimization of closure costs; while the commitment to the affected and interested parties will be more consistent and transparent (DIRT, 2006; Mackenzie et al., 2006; ICMM, 2008, 2018; Queensland, 2017; Anglo American, 2019a).

ICMM (2008) developed a conceptual model to evaluate closure objectives and determine an achievement rate of actions taken to reach them, employing a qualitative scale for seven knowledge platforms with their respective classification of achievement for the proposed closure objectives, though without specifying closure planning practices or actions. This model was not maintained in the updated version of the guide (ICMM, 2018). Neri and Sánchez (2010, 2012) developed a method for assessing ongoing quarry rehabilitation practices based on performance in three areas: planning, operation, and management. Sánchez (2011) proposed 11 criteria to assess the degree of preparedness of companies for the premature closure of mines, among which are issues regarding assessments of risks, costs, participation of the community in mine closure planning, and actions after closure. In turn, Anglo American (2019b) developed a tool based on company-specific health, safety, and environmental policies to assess the status of mine closure planning and its operations. The tool allows the identification of deficiencies in mine closure planning, in addition to defining the level of detail it should contain regarding the lifespan of the enterprise. Over the course of the present study, ICMM (2020) published a tool called Closure Maturity Framework, based on key elements of its updated guidance (ICMM, 2018) and considering different life stages of a mine, with the objective of assisting companies in measuring the status of their enterprises regarding closure planning. This tool considers a maturity scale with four levels, varying between “initial practice” to “leader practice”.

The present study aimed to test and validate a procedure based on international best practices to allow mining companies to periodically assess their preparedness for closure, seeking to reach the intended future post-closure condition and closure goals. Here we consider physical and chemical stability, socioeconomic transition, and definition of post-mining land use as closure principles, as established in the hierarchy of needs of mine closure planning of APEC (2018). The procedure was calibrated and tested in three large metal mines located in the semiarid region of Bahia state, Northeastern Brazil. Metal mines are more exposed to the risk of premature closure because of commodity price fluctuations (Sánchez, 2011). Many metal mines are complex operations both in mining and in mineral processing operations, presenting risks to the environment and health and safety of workers and communities. Moreover, the selected mines play an important economic role in their respective regions. According to ANM (2021a), in 2020, the revenues and royalties payments of these three companies corresponded, respectively, to 49% and 47% of the total for the mining sector of Bahia. If the companies are not adequately prepared, closure represents a high socioeconomic risk.

2. Methodology

To develop a procedure to evaluate preparedness of a mining company for mine closure, we drew on the literature and used existing guidance to identify key categories of mine closure planning and their respective recommended best practices. Then we prepared a structured checklist of best practice statements, validated through expert consultation, and applied to three metal mine sites. Evaluation criteria were developed and applied to analyze evidence collected from field application. The main steps are summarized in Figure 1.



Figure 1 - Main research steps.

2.1. Identification and selection of assessment categories and best practices in mine closure planning

Four closure principles (Table 1) were used to structure a literature survey of best practices in mine closure planning. Practices were surveyed under four key categories: closure planning documentation, physical and chemical stability, costs and financial provisioning, and community engagement and socioeconomic transition. To prepare a list of best practices to support preparedness evaluation, we followed an approach similar to Neri and Sánchez (2010, 2012) in their survey of best mine rehabilitation practices, and Costa and Sánchez (2010) to evaluate environmental performance of highway works, by preparing a preliminary list of practices, based on literature review, that were: (i) grouped by category, (ii) screened, to fit the research purpose, and (iii) transformed into short statements.

Table 1

Principles considered in the development of a procedure to evaluate preparedness for mine closure.

Principle	Concept	Source
Physical stability	Ensuring structural safety of all remaining engineered structures through actions to minimize risks to safety of people, public health, and natural resources. Ensuring control of erosion and soil conservation were applicable. Actions can encompass, for example, slope stabilization, removal of rock blocks in open pit	Heikkinen, et al., 2008; Neri and Sánchez, 2010, 2012; Sánchez et al., 2014; Adams et al., 2018; APEC, 2018; ICMM, 2018; SERNAGEOMIN, 2018; World Bank, 2021; Massignan and Sánchez, 2022.

	mines, recontouring of waste rock piles, filling of mine voids, and construction of diverting channels and dry covers in tailings disposal facilities.	
Chemical stability	Ensuring that the mine site will not be a source of pollution of surface and ground water and soil, and will not threaten the biota. Particular attention should be paid to potentially acid generation materials and structures, including open pits, underground excavations, waste rock piles and tailings disposal facilities, and to chemicals and hydrocarbon storage and handling sites.	Mchaina, 2001; Heikkinen et al., 2008; Sánchez et al., 2014; SERNAGEOMIN, 2014; Parbhakar-Fox and Lottermoser, 2015; Jones and Cetin, 2017; Kefeni et al., 2017; APEC, 2018; UNDP and UN Environment, 2018; Salom and Kivinen, 2020.
Socioeconomic transition	Seeking to ensure that socioeconomic benefits are lasting and legacies are positive. Adverse negative effects of mine closure, such as unemployment and loss of taxes should be minimized, especially in places where mining is the main employer and economic driver. This transition can be made easier through stakeholder engagement and investments in capacity building, requalification of human resources, and economic diversification.	ICMM, 2010; Owen and Kemp, 2013; Sánchez et al., 2014; DIIS, 2016e; McCullough, 2016; Bainton and Holcombe, 2018; Laurencont et al., 2019; Morrison-Saunders, 2019; Vivoda et al., 2019; Silva et al., 2021; Monosky and Keeling, 2021; Syahrir et al, 2021.
Post-mining land use	Alternatives for future use of mine structures (or domains) and land should be developed considering constraints (e.g. geotechnical or geochemical) and opportunities (e.g. site redevelopment for commercial purposes), legal and regulatory requirements, with meaningful stakeholder involvement.	Neri and Sánchez, 2010, 2012; Sánchez et al., 2014; Rosa et al., 2018; Morrison-Saunders, 2019; Pershke and Elliott, 2019; Rosa et al., 2020.

2.2. Preparation of a preliminary version of a best practice checklist and validation of content

Best practices statements extracted from the literature were organized in a checklist according to the four assessment categories. To validate its contents, experts were consulted using the Delphi technique, a methodology that seeks consensus among a group of specialists on a subject. Given that mine closure planning is a multidisciplinary matter, experts from several backgrounds and multiple sectors were invited. As a basis for invitation, a minimum of five years of experience in the mining industry was adopted. With the objective of obtaining different perspectives, invitations were sent to specialists from Brazil's National Mining Agency (ANM), environmental agencies, universities, and mining companies.

Out of 20 experts invited, 12 accepted to participate: four academics, four ANM staff, one from an environmental agency, and three from mining companies. Regarding professions, four were geologists, seven were mining engineers, and one hold a double degree as geologist and mining engineer. Five experts had a specialization degree, five had master's degrees, and two had doctorate degrees in the fields of Geology, Mining Engineering, Geotechnics, Environmental Science, and Workplace Safety. The group of specialists had on average 22 years of experience. No social specialist was identified in the pool of agencies, companies and universities considered.

Communication with the specialists was made via e-mail. The invitation informed the recipient about the objective and relevance of the study, and the importance and attributions of the participating specialists. Best practices statements, grouped in categories, were sent to the specialists together with all instructions needed. Experts were asked to evaluate the relevance of each item through a Likert scale, as follows: 1 (irrelevant); 2 (slightly relevant); 3 (relevant); and 4 (very relevant). Items with scores of 1 or 2 required justifications from the specialists, though all items had a field reserved for comments.

After compiling the responses, a content validation index (CVI) was used. This technique regards the degree to which an evaluation tool reflects a specific domain of knowledge which it seeks to measure, in other words, it is the degree to which a measurement represents the concept that is being measured (Sampiere et al., 2013). The CVI is calculated by dividing the total number of specialists that attributed scores 3 or 4 by the total number of specialists that participated in the evaluation (Shrotryia and Dhanda, 2019). Based on the scores attributed and the suggestions and comments of the specialists, other best practices were included (provided they were referenced in the literature), and some were either excluded or rewritten, considering an acceptable minimum CVI value of 0.8 for each (Shrotryia and Dhanda, 2019).

Thus, after evaluation by the specialists and CVI calculations, modifications were made to the list of best practice statements and the final version was elaborated, with a general CVI of 0.96 for all practices.

The checklist comprises four categories (i) mine closure planning, (ii) physical and chemical stability, (iii) costs and financial provisioning, (iv) community engagement and social transition, and their respective best practices. The first category contemplates general aspects of mine closure planning, including closure objectives, pre-mining environmental and socioeconomic conditions, main structures, and intended future use. The physical and chemical stability category addresses practices related to the characterization and potential formation of acid mine drainage, tailings and waste, risk analysis, slope stability, monitoring, inspection and maintenance of open pit and underground

mines, waste rock deposits, heap leaching piles, and tailings dams. In turn, the costs and financial provisioning category contemplates practices related to estimating all costs and accounting for provisioning to enable the application of actions planned for mine closure. The community engagement and social transition category regards practices related to the involvement of the community in mine closure planning and identification of opportunities to diversify the local economy to reduce the impact from shutting down the mine (see Supplementary Material Boxes 1, 2, 3 and 4).

2.3. Development of evaluation criteria

A classification scale was determined to assess the level of achievement of each practice by attributing a score to each Achievement Level (AL) observed (Table 2), thus allowing the transformation of qualitative data obtained from document review, interviews and site inspections into a performance index (Neri and Sánchez, 2012). Using the score obtained for each practice per category, a Preparedness Index (PI) and a respective Preparedness Level (PL) were determined, as shown in Equation 1 and Table 3.

Table 2

Classification of the level of achievement of the practices analyzed.

Achievement level (%)	Classification	Score
100	Excellent (E)	1
$80 \leq AL < 100$	High (H)	0.8
$60 \leq AL < 80$	Moderate (M)	0.6
$40 \leq AL < 60$	Reasonable (R)	0.4
$20 \leq AL < 40$	Low (L)	0.2
$0 \leq AL < 20$	Very low (VL)	0

$$\text{Equation 1: } PI = \frac{P_E + 0.8P_H + 0.6P_M + 0.4P_R + 0.2P_L}{P_T - P_{NA}}$$

where, P_E is the total number of practices classified as excellent, P_H is the total number of practices classified as high, P_M is the total number of practices classified as moderate, P_R is the total number of practices classified as reasonable, P_L is the total number of practices classified as low, and P_T is the total number of practices in the category. P_{NA} are practices not applicable to the assessed enterprise.

Table 3

Relationship between the Preparedness Index and Preparedness level.

Preparedness Index	Description	Preparedness Level
$0.75 \leq PI \leq 1$	A sufficient set of mine closure practices in the category is adopted, leading to the prevention of risks and impacts and to the correction of the most significant degradation processes. There is evidence of actual results achieved or improvement obtained.	High
$0.50 \leq PI < 0.75$	Some practices are applied adequately, and others are in progress. However, there are practices that are not applied or should be better developed.	Moderate
$PI < 0.50$	Only some practices are effectively applied or have actions in progress, demonstrating low adhesion of the organization to the best practices in mine closure planning.	Low

Source: Modified from Neri and Sánchez (2012).

2.4. Elaboration of the final version, application, and analysis of the results

The final version of the checklist was used to gather and record evidence through desktop review, interviews and field inspections. The checklist was applied by the first author between July and August 2019. Although collaboration of mine officers is essential, no companies' representatives had access to the filled-out evaluation spreadsheets.

Firstly, each practice was checked to verify if it was applicable and, in the case it was, if it had been carried out. If so, it was then assessed regarding how well it was implemented, based on evidence collected through document review and interviews and direct observations made during visits to each mine site, as described below.

Semi-structured interviews were conducted based on the checklist, though the interviewer was free to ask additional questions for clarifications regarding the practice being assessed. Staff from the following sectors of each company were interviewed: general management, mine planning and operation, environmental, workplace safety, and social management, and controllership, in addition to two members of the community around the Mine W. In

total 9 people were interviewed at mine K, 10 at mine W and 12 at mine Y. Due to corporate secrecy, the names of the mining companies assessed have been omitted and are presented as codes throughout the study.

The direct observation strategy contemplated mainly visual inspections of structures, such as open pit and underground mines, tailings dams, waste rock deposits, heap leaching piles, and storage areas for chemical products, which were conducted always in the presence of at least one representative of the sector visited. In these structures, aspects such as slope conditions, surface drainage systems, signaling, and presence of collective protection equipment, accesses, and common anomalies of each type of structure were observed.

Document analysis included the mine closure plan, internal procedures, projects' documents (including, when available, "as-built", "as-is" records), technical reports, records related to inspections, maintenance and monitoring, meeting minutes, operation manuals, audit reports, mining plan, capital expenditure, risk assessment, service orders, and purchase orders.

The data and information used to evaluate each company were collected, as much as possible, through triangulation, i.e. using three evidence collection methods with the objective of either confirming or discarding the results and findings, providing greater validity to the study (Yin, 2016).

3. Results

3.1. Companies profiles

Selected characteristics of the mines are featured in Table 4.

Table 4

Selected characteristics of the studied mines (reference year 2020).

Parameter	Mine K	Mine W	Mine Y
Time of operation (years)	>30	>30	>30
ROM (million t/year)	1.31	2.47	2.32
Lifespan (years)	4	11	10
Main structures	UM, OM, WR, HL, and TD	UM, OM, WR, and TD	UM, OM, WR, HL, and TD
Inactive structures	UM, OM, WR, HL, and TD	OM, WR, and TD	OM, WR, HL, and TD
Accumulated tailings (million m ³)	18.4	23.9	54.4
Accumulated waste rock deposits	25.7	9.2	65.0

(million t)			
Employees	1,030	1,860	2,470
Certifications	ISO 14001, OHSAS 18001, and Cyanide Code	ISO 14001, OHSAS 18001, and Cyanide Code	ISO 9001, ISO 14001, and OHSAS 18001
Yearly royalties payments (US\$ million)	1.61	4.44	4.26
Shares in stock exchange	Yes	Yes	Yes

UM (underground mine); OM (open pit mine); WR (waste rock deposits); HL (heap leaching piles); TD (tailings dam). Source: ANM, 2021b and interviews.

3.2. Evaluation

The mines were classified according to the preparedness index of each category (Tables 5, 6, 7, 8 and 9). The frequency of preparedness levels for all categories in all mines showed that 67% presented a moderate level, while 33% were at a high level of preparedness. Specifically for the category Physical and chemical stability, which had subdivisions, we observed that except for one mine, which did not have a mining structure, 29% of items were classified as having low preparedness, 64% were moderate, and 7% were high. Results for this category are featured in Supplementary Material.

Table 5

Preparedness index and levels for the category Closure planning documents.

Best practice	Mine K	Mine W	Mine Y
The mine closure plan should be considered in the company's strategic planning.	0,8	0,8	1
The mine closure plan should shortly describe key pre-mining environmental and socioeconomic conditions.	1	1	1
The mine closure plan should contain a description of the main existing structures (mines, piles, tailings storage facilities and others).	1	1	1
The mine closure plan should include specific	0,6	0,4	1

information for closure of each domain of the mine.			
The mine closure plan should include a risk assessment of each domain of the mine.	1	0,2	1
The mine closure plan should clearly state the main closure objectives.	0,8	0,2	0,6
The mine closure plan should address a premature closure scenario, identify risks, and describe actions to be taken during the care and maintenance period.	0	0	0,8
The mine closure plan should define the intended future use of each domain of the mine.	1	1	1
The mine closure plan should contain a schedule of activities for mine closure.	1	1	1
The mine closure plan should identify opportunities for progressive closure.	0	0	0
The mine closure plan should contain an adequate set of indicators to assess its progress and outcomes.	0	0,4	0
The mine closure plan should be periodically updated or updated when there are significant changes in the mining plan or in external conditions.	0,6	0	0

Table 6

Preparedness index and levels for the category Physical and chemical stability.

Mine domains	Mine K	Mine W	Mine Y
Open pit and underground mines	0.47	0.34	0.51
Waste rock deposits	0.53	0.58	0.71
Heap leaching piles	0.44	not applicable	0.51
Tailings storage facilities	0.75	0.67	0.73
Ancillary installations and others sites	0.47	0.70	0.60

Table 7

Preparedness index and levels for the category Costs and financial provisioning.

Best practice	Mine K	Mine W	Mine Y
All costs related to mine closure should be estimated, such as earthmoving, soil management, revegetation, social programs, monitoring and post-closure maintenance.	0,8	0,8	0,8
Closure costs should be estimated considering the mine's lifespan, plan updates, at consistent market price surveys for the necessary materials and services.	0,8	0,8	0,6
The estimated costs to cover closure costs should be updated annually.	1	0,8	1
There should be financial provisioning to cover the necessary costs for mine closure.	1	1	1
The estimated costs and provisioning for closure should be annually audited by a specialized company.	1	1	1

Table 8

Preparedness index and levels for the category Community engagement and social transition.

Best practice	Mine K	Mine W	Mine Y
There should be a process to identify stakeholders (community) related to mine closure.	0,6	0,8	0,6
There should be an official communication channel to receive, record, evaluate, and respond to issues raised by the community regarding the mine closure plan.	0,6	0,6	0,6
The community should be consulted about the intended future use of the area post-closure.	0,6	0,2	0,6

The socioenvironmental impacts of the closure should be identified and assessed.	1	1	1
An assessment should be carried out to identify opportunities to diversify local economy as to reduce the impact of mine closure.	1	1	1
There should be performance indicators so that the results of community engagement and social investment for closure can be monitored and evaluated.	0,2	0	0

Table 9

Preparedness index and levels for each mine and overall score obtained for each category.

Category	Mine K	Mine W	Mine Y
Closure planning documentation	0.65	0.50	0.70
Physical and chemical stability	0.53	0.57	0.61
Costs and financial provisioning	0.92	0.88	0.88
Community engagement and social transition	0.67	0.60	0.63

4. Discussion

4.1. Case studies

The case studies encompass companies of high environmental and socioeconomic relevance in the mining industry of the state of Bahia, given the size of the enterprises, number of direct jobs generated, as well as royalties payments.

Regarding the closure plan category, only at Mine Y the possibility of premature closure is addressed. This mine has a contingency plan for such and has gone through a period of care and maintenance for over a year due to financial and operational motives. Mine K and Mine Y both prepared a risk assessment regarding mine closure. None of the companies identified opportunities for progressive closure in their closure plans, and none of them has indicators to assess the results of mine closure planning. The three mines evaluated presented mine closure plans that describe the pre-mining environmental and socioeconomic conditions and the characteristics of the main structures.

In general, certifications were shown to contribute towards management of issues related to what was preconized in the mine closure plan. The most direct contribution was observed from the certification provided by the International Cyanide Management Code, which is a voluntary program created by companies involved in the production, transport, and consumption chain of cyanide with the aim to improve the management of this chemical product regarding its relationship with human health, production means, and ways of mitigating its impacts (ICMI, 2020). One of the principles of the Code regards the decommissioning of installations containing cyanide, which has been addressed and is being fulfilled in mines K and W.

In the physical and chemical stability category, tailings dams were the structures that obtained the best global result, though they were classified at a moderate level of preparedness. This undoubtedly reflects the policies adopted by ANM over recent years seeking to reduce risks after the tailings dams disasters of Samarco in 2015 and Vale in 2019 (WISE, 2020). However, these improvements were only observed regarding physical stability, with deficiencies still present concerning the chemical stability of these structures, potential formation of acid drainage and reduction of its impacts.

Though there were several inactive structures in the studied mines, progressive rehabilitation and closure was not practiced and for most such structures, an executive closure project was not found. Best practice in the physical and chemical stability category was found in mine Y where tailings are disposed of in exhausted pits with co-disposal of tailings and waste and subsequent rehabilitation of the area.

When considering the costs and financial provisioning category, all companies obtained good results. This can be explained by the fact that all companies have stocks in stock exchange. Brazilian legislation does not require mining companies to provide a financial guarantee for their execution by the State in cases where, at the end of the mine's lifespan, the measures preconized in the closure plan approved by the ANM are not implemented. However, all companies have stock recorded in the United States Securities and Exchange Commission, a federal agency that is independent from regulation and control from the financial market. Thus, for these companies to annually meet the Sarbanes-Oxley Act, the requirements defined by the International Accounting Standard (IAS) 37 and following the Asset Retirement Obligation (ARO) methodology, they must elaborate, revise, and divulge in their accounting reports an estimated cost for the decommissioning their assets.

Regarding the community engagement and social transition category, several projects were found that are developed in partnership with communities, seeking to diversify the local economy to reduce dependence on the

mines and valuing the potential of each region. In general, those projects are focused on the development of agriculture and livestock, and related activities. However, no company had indicators to assess the results of their socioeconomic programmes. Moreover, communities were found to generally not have access to the content of the mine closure plan.

The best performance was found in the category costs and financial provisioning. While this category is mostly influenced by market mechanisms and stock market regulations, performance in the three other categories is more related to regulatory compliance. Regarding closure planning documents, Brazilian regulatory requirements were strengthened only in April 2021, as a consequence of law amendments introduced in the National Congress after the Brumadinho disaster. At the moment the evaluation was conducted, there were only minimal requirements. Similarly, community engagement is not legally required for mine closure, while public consultations in the environmental impact assessment and licensing process – prior to mine opening or major expansions – is generally weak (Sánchez and Duarte, 2022).

Overall, the mines obtained similar results, showing the same level of preparedness for all categories. However, Mine K was considered to have the least satisfactory result, given that its remaining lifespan is only four years, while the others are scheduled to operate for more than ten years. Thus, Mine K has less time to carry out the improvements needed in its mine closure planning process.

The results demonstrate that mine closure planning preparedness was deficient in the three companies evaluated. Only a moderate level of preparedness was achieved for the mine closure plan, physical and chemical stability, and community engagement and social transition categories, indicating a risk of negative legacy in case of closure.

4.2. The procedure

The application of the evaluation procedure requires knowledge on assessment and auditing techniques to check data and information. It is also necessary to gain familiarity with the checklist, the mine layout, and the productive process of each enterprise to be assessed. A general overview of the area by consulting aerial images or flyover videos using drones, could significantly contribute to a broader understanding of the site.

Professional judgement is fundamental to apply the procedure. Experience in the fields of mining, risk management, environmental management, social planning, and financial resource management are examples of what

is required. It is also important to understand what is most relevant in the evaluation process, given the numerous documents (projects, reports, technical assessments, and records) to be reviewed, areas to inspect, and usually limited time. The mine closure plan is a fundamental document for the analysis and planning inspections. Visual inspections of the main structures should be valued, regardless of if they are active or not. Triangulation of the collected data and information should take place as much as possible, so as to validate evidence obtained through observations, interviews and document review. The specificities of each mine should be considered in the evaluation.

Though there are several categories and standard practices with different levels of relevance, in many cases there is a relationship of interdependency among them, such that the evaluation of one can interfere in the result of the other. Thus, to simplify matters, the procedure developed presents a single weight for all categories and for all standard practices.

Out of the four assessment categories, the checklist contains more detail about the physical and chemical stability of the main structures of a mine, because these are the starting points and fundamental to reach closure objectives (IISD, 2019). The importance of the three other assessment categories depends on the context in which the mine operates. In situations where the community is dependent on the mine as the main economic driver, particular attention should be paid to the socioeconomic transition category.

Though the procedure was applied to metal mines, it is applicable to all sorts of minerals, with the exception of cases involving marine or lake mining and solution mining. In these cases, adjustments should be made to the checklist to incorporate the specificities of these mining techniques. The procedure can be used to monitor, evaluate, and optimize mine closure planning. It can also provide easily understandable information to stakeholders and provide more accurate information to sustainability reports than oversimplified indicators such as “number of sites with a closure plan” (Pérez and Sánchez, 2009). It can also be helpful in mine sustainability certification schemes that encompass several variables (Tröster and Hiete, 2019).

The result of the process reflects the situation of the company at the moment it is analyzed. Therefore, a periodical evaluation should be implemented as part of a continuous improvement process over the course of the enterprise’s lifespan. The process could be repeated as mine closure plans are updated, or as there are changes in the operation, technology, legislation, new risks, or new expectations of the community.

When compared to the tool produced by ICMM (2020), the present procedure has a distinctly greater detailing of categories and practices evaluated, especially main mine structures, such as open pit and underground mines, tailings dams, and waste rock deposits.

4.3. Limitations

The present study did not address aspects related to biodiversity, such as flora and fauna, nor air quality. The analysis of financial provisioning for closure was restricted to verifying the existence of provisioning and conduction of regular audits to check for the adequate application of resources. Due to the high complexity of this aspect, it was not possible to identify if the provisioned values were sufficient and corresponded exactly to the current needs to carry out the activities for mine closure planning.

The checklist was elaborated without the participation of specialists with a background in social sciences, as these professionals are generally not part of the staff of the organizations from where the experts were drawn. Likewise, the evidence obtained regarding the category Community engagement and social transition was limited to statements from either the companies or stakeholders that were involved in partner projects with the mining companies. Thus, these do not reflect the often-complex vision of the communities in the areas impacted by the enterprises.

5. Conclusions

This study considered mine closure planning throughout the whole life of a mine as a necessary action to successfully meet mine closure goals in either planned closure or premature closure scenarios, thus minimizing environmental, health and safety, and socioeconomic impacts triggered by possible mine abandonment or long care and maintenance periods.

As a way to fill a gap in mine closure planning models available in the literature, here we propose a procedure that enables an ongoing assessment of a mining company preparedness to deliver the goals defined in their mine closure plans. The procedure was structured on the grounds of the principles of physical stability, chemical stability, socioeconomic transition, and definition of post-mining land use and contains a checklist of best practices.

Application of the checklist requires professional judgement regarding the several disciplines that encompass the field of mine closure planning to evaluate practices at a mine and to obtain a preparedness index.

The procedure was applied to operating metal mines, but is conceivably applicable to non-metallic mines as a tool to monitor, evaluate, and optimize mine closure planning.

Application to the three large metal mineral mines in Brazil showed that their preparedness for closure should be a matter of concern for investors, regulators and communities. The three companies were found to be well prepared concerning costs and financial provisioning, but there are gaps in terms of closure documentation, ensuring physical and chemical stability of closed structures and community engagement and preparation for socioeconomic transition after closure. This could be a matter of concern in case of premature closure or long-term care and maintenance.

The proposals made in the present study can contribute towards the improvement of processes and procedures involving mine closure planning. Companies and interested parties can assess the general conditions of mine closure planning with sufficient advance to introduce corrections and improvements, so as to reach closure objectives and avoid the abandonment of mine sites. Our findings can also be of interest to professionals and researchers involved in sustainability reporting and in certification.

Acknowledgements

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. Authors thank the experts who participated in the Delphi survey and managers and staff at three mine companies that kindly agreed to test the procedure.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102919>

References

- Adams, A., Hall, C., Brouwer, K., 2018. Tailings impoundment closure enhancement. In: Canada Dam Association Annual Conference, 2018, Quebec. <https://knightpiesold.com/sites/en/assets/File/CDA%202018%20-%20Tailings%20Impoundment%20Closure%20Enhancement.pdf>. (accessed 08 September 2021).
- Agência Nacional de Mineração (ANM), 2021a. Banco de dados da gerência de procedimentos arrecadatórios. Relatório da CFEM 2020. https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx. (accessed 17 July 2021).

- Agência Nacional de Mineração (ANM), 2021b. Relatório Anual de Lavra 2021, Ano Base 2020. Confidential unpublished document.
- Anglo American, 2019a. Mineral Residue Facilities and Water Management Structures - Standard and Technical Specifications. Version 5.1. <https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group/PLC/sustainability/aa-mineral-residue-facilities-and-water-management-structures-standard-02-09-2019-v5-2.pdf>. (accessed 04 August 2021).
- Anglo American, 2019b. Mine Closure. Toolbox. Version 3. <https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group/PLC/sustainability/mine-closure-toolbox-version-3-2019.pdf>. (accessed 13 December 2021).
- Asia Pacific Economic Cooperation (APEC), 2018. Mining Task Force – Mine closure checklist for governments. <https://www.apec.org/Publications/2018/03/Mine-Closure---Checklist-for-Governments>. (accessed 17 October 2019).
- Asr, E. T., et al., 2019. A review of studies on sustainable development in mining life cycle. *Journal of Cleaner Production*, 229, 213-231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.029>.
- Bainton, N., Holcombe, S., 2018. A critical review of the social aspects of mine closure. *Resources Policy*, vol. 59, pp. 468-478. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.020>.
- Bennett, K., 2016. 'Abandoned mines — environmental, social and economic challenges', in AB Fourie & M Tibbett (eds), *Proceedings of the 11th International Conference on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 241-252, https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1608_16_Bennett.
- Comitê Independente de Assessoramento Extraordinário de Apuração (CIAEA), 2020. Sumário Executivo do Relatório da Investigação Independente – Rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão – Brumadinho, MG. http://www.vale.com/PT/investors/Documents/2020_02_20_Relatorio_CIAEA.pdf. (accessed 13 January 2021).
- Costa, R.M., Sánchez, L.E. 2010. Environmental performance evaluation in highway rehabilitation works. *Revista Escola de Minas* 63(2): 247-254. <https://doi.org/10.1590/s0370-44672010000200007>
- Department of Industry, Innovation and Science (DIIS), 2016c. Mine Rehabilitation – Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-mine-rehabilitation-handbook-english.pdf>. (accessed 13 July 2019).
- Department of Industry, Innovation and Science (DIIS), 2016e. Community Engagement and Development– Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-04/lpsdp-community-engagement-and-development-handbook-english.pdf>. (accessed 12 September 2019).
- Department of Industry, Tourism and Resources (DIRT), 2006. Mine closure and completion - Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. https://nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0015/203415/mine-closure-and-completion.pdf. (accessed 20 October 2019).
- Department of Mines and Petroleum and Environmental Protection Authority of Western Australian (DMP and EPA), 2015. Guidelines of preparing mine closure plans. https://epa.wa.gov.au/sites/default/files/Policies_and_Guidance/DMP-EPA-Guidelines-Mine-Closure-Plans-080515.pdf. (accessed 10 October 2019).
- Heikkinen, P.M.; Noras, P.; Salminen, R. (Eds.), 2008. *Mine Closure Handbook*. Geological Survey of Finland, Espoo.
- International Cyanide Management Institute (ICMI), 2020. <https://www.cyanidecode.org/signatory-companies/map-of-signatory-companies>. (accessed 19 September 2020).
- International Council on Mining and Metals (ICMM), 2008. *Planning for integrated mine closure: Toolkit*. London. <https://www.socialimpactassessment.com/documents/ICMM%20Closure%20Toolkit.pdf>. (accessed 13 November 2019).

- International Council on Mining and Metals (ICMM), 2010. Good practice guidance on health impact assessment, ICMM, London. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/health-and-safety/2010/guidance_health-impact-assessment.pdf. (accessed 20 November 2019)
- International Council on Mining and Metals (ICMM), 2018. Integrated Mine Closure, Good Practice Guide, 2nd Edition. <https://www.icmm.com/en-gb/news/2019/icmm-launches-new-closure-guide> (accessed 04 February 2019).
- International Council on Mining and Metals (ICMM), 2020. Closure Maturity Framework-Tool for Closure User Guide. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2020/guidance_closure-maturity-framework.pdf. (accessed 01 July 2021).
- International Institute for Sustainable Development (IISD), 2019. Mining Project Rehabilitation and Closure Guidelines: Papua New Guinea. <https://www.iisd.org/publications/mining-project-rehabilitation-and-closure-guidelines-papua-new-guinea> (accessed 05 July 2021).
- Jones, S. N., Cetin, B., 2017. Evaluation of waste materials for acid mine drainage remediation. *Fuel* 2017, 188, 294-309. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.10.018>.
- Kefeni, K. K., Msagati, T. A., Mamba, B. B., 2017. Acid mine drainage: Prevention, treatment options, and resource recovery: A review. *Journal of Cleaner Production*, 151, 475-493. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.082>.
- Lacy, H. W. B., Slight, M., Watson, A., 2019. Systems thinking embedding closure planning within the management operating system is the key to drive closure performance. In *Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure* (pp. 1013-1022). Australian Centre for Geomechanics. (accessed 15 April 2020).
- Laurence, D., 2011. Establishing a sustainable mining operation: an overview. *Journal of Cleaner Production*, v. 11, p. 278-284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.08.019>.
- Laurence, D., 2006. Optimisation of the mine closure process. *Journal of Cleaner Production*, 14, 285-298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.04.011>.
- Laurencont, T. et al., 2019. Social provisioning for mine closure', in AB Fourie & M Tibbett (eds), *Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics, Perth. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_24_Laurencont. (accessed 30 May 2021).
- Limpitlaw, D., Mitchell, P., 2013. 'Mine closure – misplaced planning priorities', in M Tibbett, AB Fourie & C Digby (eds), *Proceedings of the Eighth International Seminar on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics, Cornwall, pp. 3-13. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1352_01_Limpitlaw. (accessed 18 July 2021).
- Mackenzie, S., Lacy, H. W. B., Koontz, D. 2006. Benefits of planned versus unplanned mine closure and strategies for both. In *Proceedings of the First International Seminar on Mine Closure* (pp. 227-235). Australian Centre for Geomechanics. (accessed 05 November 2021).
- Massignan, R.S., Sánchez, L.E. 2022. What does it mean to 'decharacterize' tailings dams? A systematic literature review. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27(2): 225-234. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200422>
- McCullough, CD., 2016. 'Key mine closure lessons still to be learned', in AB Fourie & M Tibbett (eds), *Proceedings of the 11th International Conference on Mine Closure*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 325-338, https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1608_23_mccullough.
- McHaina, D. M., 2001. Environmental planning considerations for the decommissioning, closure and reclamation of a mine site. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 15(3), 163-176. <https://doi.org/10.1076/ijsm.15.3.163.3412>
- Mining Journal, 2017. World risk report feat. MineHutte ratings – Executive Summary. https://www.mining-journal.com/digital_assets/6271be94-a170-478c-b350-a3f38c453ee3/WRR2017_Executive-Summary.pdf. (accessed 08 August 2020).
- Monosky, M., Keeling, A., 2021. Planning for social and community-engaged closure: A comparison of mine closure plans from Canada's territorial and provincial north. *Journal of Environmental Management*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111324>.

- Morrison-Saunders, A., 2019. 'The action is where the social is! The ecosystem services concept and other ideas for enhancing stakeholder engagement in integrated mine closure planning', in AB Fourie & M Tibbett (eds), Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 5-18, https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_02_Morrison-Saunders.
- Neri, A.C., Sánchez, L. E., 2010. A procedure to evaluate environmental rehabilitation in limestone quarries. *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 2225-2237. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.06.005>.
- Neri, A.C., Sánchez, L. E., 2012. Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, São Paulo. Available at https://www.researchgate.net/publication/235985974_Guia_de_Boas_Praticas_de_Recuperacao_Ambiental_em_Pedreiras_e_Minas_de_Calcario. (accessed 13 July 2019).
- Owen, J., Kemp, D., 2013. Social licence and mining: A critical perspective. *Resources Policy*, 38, 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.06.016>.
- Parbhakar-Fox, A., Lottermoser, B. G., 2015. A critical review of acid rock drainage prediction methods and practices. *Minerals Engineering*, 82, 107-124. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2015.03.015>.
- Pepper, M., Hughes, M., Haigh, Y., 2021. Loophole or lifeline? The policy challenges of mines in care and maintenance. *The Extractive Industries and Society*, 8(3), 100879. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.014>.
- Pérez, F., Sánchez, L.E., 2009. Assessing the Evolution of Sustainability Reporting in the Mining Sector. *Environmental Management*, 43, 949-961. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9269-1>.
- Pershke, D.F., Elliott, P.E., 2019. 'Post-closure land uses – defined through a strategic land use planning approach', in AB Fourie & M Tibbett (eds), Proceedings of the 13th International Conference on Mine Closure, Australian Centre for Geomechanics, Perth, pp. 983-996. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1915_77_Pershke. (accessed 27 July 2021).
- Queensland, 2017. Better Mine Rehabilitation for Queensland – Discussion paper. Part of the financial assurance. Framework reform package. <https://s3.treasury.qld.gov.au/files/better-mine-rehabilitation-in-ql-d-discussion-paper.pdf>. (accessed 22 November 2019).
- Rosa, J. C. S., Sánchez, L. E., Morrison-Saunders, A., 2018. Getting to 'agreed' post-mining land use—an ecosystem services approach. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 36(3), 220-229. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1445175>.
- Rosa, J. C. S., et al. 2020. To what extent can mine rehabilitation restore recreational use of forest land? Learning from 50 years of practice in southwest Australia. *Land Use Policy*, 90, 104290. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104290>.
- Saes, B. M., Muradian, R., 2021. What misguides environmental risk perceptions in corporations? Explaining the failure of Vale to prevent the two largest mining disasters in Brazil. *Resources Policy*, 72, 102022. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102022>.
- Salom, A. T., Kivinen, S., 2020. Closed and abandoned mines in Namibia: a critical review of environmental impacts and constraints to rehabilitation. *South African Geographical Journal*, 102(3), 389-405. <https://doi.org/10.1080/03736245.2019.1698450>.
- Sampiere, R. H. et al., 2013. Metodologia de pesquisa. 5. ed. Penso, Porto Alegre.
- Sánchez, L. E., 2011. Planejamento para o fechamento prematuro de minas. *REM: Revista da Escola de Minas*. 64 (1): 117-124. <https://doi.org/10.1590/S0370-44672011000100016>.
- Sánchez, L.E., Duarte, CG, 2022. Environmental impact assessment in Brazil: a review of its rise (and fall?). In: A. Fonseca (ed.) *Handbook of Environmental Impact Assessment*. Cheltenham: Elgar.

- Sánchez, L.E., Silva-Sánchez, S.S., Neri, A., 2014. Guide for Mine Closure Planning. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração. Available at https://www.researchgate.net/publication/262935956_Guide_for_Mine_Closure_Planning.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2014. Guía Metodologica de Evaluación de Riesgos Para el Cierre de Faenas Mineras. <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/14.03.24-GuiaEvaluaciondeRiesgosparaelCierreFaenasMineras.pdf>. (accessed 03 February 2020).
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2018. Guía Metodologica para Evaluación de la Estabilidad Física de Instalaciones Remanentes. <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/GUIA-METODOLOGICA.pdf>. (accessed 03 February 2020).
- Shrotryial, V. K., Dhanda, U., 2019. Content Validity of Assessment Instrument for Employee Engagement. SAGE Open January-March 2019: 1–7. <https://doi.org/10.1177/2158244018821751>.
- da Silva, J. F., et al., 2021. Regional economic resilience and mining in the State of Minas Gerais/Brazil: The barriers of productive specialisation to formal employment and tax management. Resources Policy, vol 70: 101937. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101937>.
- Syahrir, R., Wall, F., Diallo, P., 2021. Coping with sudden mine closure: The importance of resilient communities and good governance. The Extractive Industries and Society, 101009. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.101009>.
- Taveira, A. L. S., Sánchez, L. E., 2016. A risk-based framework for managing mine closure. In: 24th World Mining Congress. Mining in a World of Innovation, Rio de Janeiro, Brazil, 18-21 October. (accessed 12 October 2019).
- Tröster, R., Hiete, M., 2019. Do voluntary sustainability certification schemes in the sector of mineral resources meet stakeholder demands? A multi-criteria decision analysis. Resources Policy, 63, 101432. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101432>.
- Unger, C. J., et al., 2015. A jurisdictional maturity model for risk management, accountability and continual improvement of abandoned mine remediation programs. Resources Policy 43: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.10.008>.
- United Nations Development Programme (UNDP) and United Nations Environment Programme (UN Environment), 2018. Managing mining for sustainable development: A sourcebook. Bangkok: United Nations Development Programme. <http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/poverty-reduction/Managing-Mining-for-SD.html>. (accessed 05 January 2022).
- Vale, 2022. http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/relacao-peopleas.pdf. (accessed 17 June 2022).
- Vivoda, V., Kemp, D., Owen, J., 2019. Regulating the social aspects of mine closure in three Australian states, Journal of Energy & Natural Resources Law. <https://doi.org/10.1080/02646811.2019.1608030>.
- Yin, R. K., 2016. Pesquisa qualitativa do início ao fim. 5. ed. Porto Alegre: Penso.
- World Bank, 2021. Mine Closure: A Toolbox for Governments. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35504>. (accessed 25 November 2021).
- World Information Service on Energy (WISE), 2020. WISE-Uranium Project, Chronology of Major Tailings Dam Failures. <https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>. (accessed 4 March 2020).

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

Por meio de dois artigos, a presente pesquisa tratou da avaliação do fechamento de mina no Brasil sob dois aspectos considerados fundamentais para minimização dos impactos ambientais, de saúde e segurança e socioeconômicos existentes de forma a possibilitar que os locais minerados e/ou áreas adjacentes possam atender às necessidades previstas de uso pós-mineração. Um no âmbito regulatório federal, mais especificamente no aspecto relacionado à legislação, e outro no âmbito das empresas mineradoras, mais especificamente na preparação destas para o fechamento, tendo como estudo de caso, mineradoras localizadas no semiárido baiano.

No artigo 1, fica claro, que apesar das melhorias feitas nos últimos anos na legislação federal de fechamento de mina, o atual ALFM não é satisfatório. O ALFM não exige componentes essenciais característicos de uma boa estrutura de regulação de fechamento de mina de acordo com as melhores práticas internacionais, entre elas: a não exigência do estabelecimento de garantias financeiras, bem como a não previsão de transferência de custódia. As exigências e instrumentos constantes no ALFM não são suficientes para permitir a elaboração e execução tecnicamente adequada de planos de fechamento de mina. Ao final, foram feitas proposições para adequação do ALFM às práticas adotadas mundialmente.

No artigo 2, o procedimento proposto foi estruturado com base nos princípios de estabilidade física, estabilidade química, transição socioeconômica e definição do uso da terra pós-mineração e contém uma lista de verificação das melhores práticas, funcionando como uma ferramenta que pode ser utilizada para monitorar, avaliar e otimizar de forma contínua o planejamento de fechamento de mina. O procedimento foi aplicado em três grandes minas de minerais metálicos

localizadas no semiárido baiano e mostrou que sua preparação para o fechamento deve ser motivo de preocupação, sobretudo, em caso de fechamento prematuro ou cuidados e manutenção de longo prazo. As três empresas mostraram-se bem preparadas em relação aos custos e provisionamento financeiro, mas há lacunas na documentação de fechamento, garantia de estabilidade física e química das estruturas e engajamento da comunidade e preparação para a transição socioeconômica após o fechamento.

O governo brasileiro, bem como as empresas mineradoras, como principais partes interessadas, precisam desenvolver ações efetivas com intuito de fazer com que o fechamento de mina no Brasil se dê conforme as melhores práticas internacionais, desenvolvendo melhorias, por exemplo na legislação de fechamento de mina, bem como adotando ferramentas que permitam que se avalie a preparação para fechamento de mina desde a fase de projeto, permitindo, dessa forma, a minimização dos riscos existentes.

APÊNDICE A – JUSTIFICATIVA DA PARTICIPAÇÃO DOS COAUTORES

Prof. Dr. José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos

É orientador desta pesquisa e contribuiu com discussões, sugestões e revisões para elaboração do Artigo 1 e do Artigo 2, bem como no custeamento de parte das visitas às mineradoras pesquisadas. É graduado em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (1983), especialização em Planejamento e Administração dos Recursos Naturais pela Universidade Católica do Salvador (1990) e em Avaliação de Impacto Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1994), mestrado em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo (1998) e doutorado em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é professor Associado I da Universidade Federal da Bahia, lecionando disciplinas na graduação e na pós graduação em Geologia (Mestrado e Doutorado). Tem experiência na área de Geologia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Sustentabilidade, Licenciamento Ambiental Avaliação de Impactos Ambientais e Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (Mineração, Estradas, Aterros Sanitários, Energias Renováveis, Petróleo e Gás). Desenvolve estudos voltados à recuperação ambiental de minas abandonadas, sobretudo na mina abandonada de chumbo localizada em Boquira-BA.

Prof. Dr. Luís Enrique Sánchez

É coorientador desta pesquisa e contribuiu com a disponibilização de bibliografia especializada, discussões, sugestões e revisões para elaboração do Artigo 1 e do Artigo 2. É graduado em Engenharia de Minas pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1980) e em Geografia pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (1984), tem especialização em "Techniques Minières" pela École Nationale de la Métallurgie et de l'Industrie des Mines de Nancy, Institut National Polytechnique de Lorraine, França (1985) e doutorado em Economia dos Recursos Naturais e do Desenvolvimento pela École Nationale Supérieure des Mines de Paris (Paris Tech), França (1989). Foi "Research Fellow" da Escola de Ciências Ambientais da Universidade Murdoch, Austrália (2009) e foi "Visiting Fellow" nessa mesma universidade (verão 2017-18). Foi "Visiting Academic" da Escola de Ciências da Terra e Ambientais da Universidade de Queensland, Austrália (verão 2019-2020). Foi "Professor

Convidado" do Departamento de Geografia da Universidade de Montreal, Canadá (1996 e 1997). Desde 1992 é membro da IAIA - International Association for Impact Assessment, entidade da qual foi diretor (1998-2001) e presidente (2012-2013). Foi membro do "Rio Doce Independent Technical and Scientific Advisory Panel" da IUCN-União Internacional para Conservação da Natureza (2017-2022). É membro do corpo editorial do periódico Impact Assessment and Project Appraisal e editor associado do periódico Cleaner Production Letters. Atualmente é Professor Titular da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atua na área de planejamento e gestão ambiental, em particular nos seguintes temas de ensino, pesquisa e extensão: avaliação de impacto ambiental e social, recuperação de áreas degradadas, mineração e meio ambiente e sustentabilidade nas indústrias extrativas. Como umas das publicações mais relevantes na área de fechamento de mina, tem-se o Guia para Planejamento do Fechamento de Mina publicado pelo Instituto Brasileiro de Mineração – IBRAM originalmente em português (2013) e que devido ao sucesso alcançado, foi traduzido para inglês (2015) e para espanhol (2016).

ANEXO A – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA 1

REVISTA GEOCIÊNCIAS (ISSN 1980-900X)

NORMAS PARA PUBLICAÇÕES

GEOCIÊNCIAS é uma revista trimestral, on-line, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Campus de Rio Claro, que divulga trabalhos sobre temas da Geologia e Geografia Física, básicos e de aplicação, de autores da UNESP e de outras instituições, do País ou do Exterior, de interesse para a comunidade geocientífica e a coletividade em geral.

A partir do ano de 2009, a revista passou a operar apenas no formato eletrônico, com o ISSN 1980-900X, seguindo a tendências das revistas internacionais.

TIPO DE TRABALHO PUBLICADO

A revista publica Artigos com dados e resultados originais e inéditos de pesquisas científicas e técnicas, redigidos em português, inglês ou espanhol.

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

a) O trabalho deve ter:

- 1) Título, coerente com o conteúdo.
- 2) A versão do artigo deve ser “cega”, ou seja, sem identificação dos autores, para os trâmites de avaliação.
- 3) O nome dos autores, bem com as Instituição(ões)/empresa(s) a que se vincula(m), com endereço(s) (logradouro, CEP, cidade, estado, endereço eletrônico), completos e sem abreviaturas ou siglas, devem constar no Passo 3. Inclusão de Metadados.
- 4) Sumário dos itens e subitens, mostrando a hierarquia deles.
- 5) Resumo de até 200 palavras, em parágrafo único, sem incluir citações bibliográficas, seguido de até cinco palavras-chave que reflitam a natureza e conteúdo do trabalho e escritos na língua utilizada no artigo.
- 6) Título, resumo e palavras-chave vertidos para outra língua dentre as indicadas acima.

b) A estrutura do artigo deve ter, ressalvada a natureza do trabalho que exija explanação diferente e mais adequada à boa exposição das informações:

- 1) Introdução, contextualizando o trabalho e definindo o objetivo do artigo.

- 2) Materiais, métodos e técnicas.
- 3) Apresentação de dados.
- 4) Discussões, interpretações e resultados.
- 5) Conclusões ou considerações finais.
- 6) Agradecimentos.
- 7) Lista das referências bibliográficas citadas.

c) A hierarquia de itens e subitens deve ser feita em até 5 níveis:

- 1) Nível 1: negrito, em maiúsculas, centrado. Ex.: INTRODUÇÃO.
- 2) Nível 2: negrito, caixa alta, alinhado à esquerda. Ex.: LITOLOGIA.
- 3) Nível 3: negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Aspectos do Relevô.
- 4) Nível 4: itálico, negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Xistos do Grupo São Roque.
- 5) Nível 5: itálico, não-negrito, primeiras letras em maiúsculas e as demais em minúsculas, alinhado à esquerda. Ex.: Características Texturais dos Sedimentos.

ENTREGA DO ARTIGO

a) O texto deve ser elaborado em folhas A4, margens de 2 cm, espaço duplo, recuos (parágrafos) de 0,5 cm, fonte Times New Roman de 12 pontos, sem formatação, sem hifenização, utilizando o Microsoft Word. Extensão: até 30 páginas, incluindo texto, ilustrações e referências bibliográficas. Não são aceitos textos escaneados.

- 1) Unidades e símbolos de medidas devem seguir o sistema de padronização internacional (exs.: M para milhão, G para bilhão, m, cm, km, kb, MPa). Símbolos não-usuais e abreviaturas, quando utilizados, devem ter os significados explicitados quando da primeira citação no texto.
- 2) Equações e fórmulas devem ser inseridas no texto em formato JPG. Todos os símbolos e abreviaturas utilizados devem ter seus significados explicitados. Se forem citadas no texto podem ser numeradas com algarismos arábicos sucessivos, colocados à direita.
- 3) Palavras estrangeiras e citações, se usadas, devem aparecer em itálico.
- 4) Notas de rodapé não são aceitas (inclusive para indicação dos nomes de instituições ou empresas). Eventuais notas complementares podem ser inseridas no fim do texto, referidas

como APÊNDICES, limitados à exposição de detalhes imprescindíveis à compreensão do texto (p. ex., minúcias de ensaios, deduções de equações).

5) A redação deve ser impessoal (terceira pessoa).

ILUSTRAÇÕES

a) As ilustrações e suas legendas devem ser apresentadas no texto, com as respectivas legendas.

b) São ilustrações:

1) TABELAS (sem molduras verticais das células) e QUADROS (com molduras horizontais e verticais das células) elaboradas no Word ou Excel, dispostas em formato Retrato.

2) FIGURAS, que são mapas, perfis, diagramas e assemelhados, em Preto & Branco ou coloridas, numeradas sequencialmente com algarismos arábicos, na ordem de inserção no texto. As figuras devem ser apresentadas apenas em formato JPEG (.jpg) ou TIFF (.tif), que permita elaboração para o padrão da revista. No texto devem ser apontados os locais de inserção em uma linha logo após o parágrafo em que é feita a primeira citação.

3) FOTOS, FOTOMICROGRAFIAS, IMAGENS e assemelhados, e PRANCHAS, que são quadros de tais documentos. Devem ser apresentadas em tons de cinza ou coloridas, em originais ou escaneadas (digitalizadas) em formato .jpg, com resolução mínima de 300 dpi. Não são aceitas cópias xerográficas. Inserir escala gráfica, se necessário. Indicações devem ter tamanhos ou espessuras que comportem redução e visibilidade no tamanho de largura máxima entre 8 a 17 cm (largura útil da página impressa).

CITAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

a) Citações no texto

1) de um autor – ex.: Adams (1989), (Adams, 1996);

2) de dois autores – ex.: Cox & Singer (1986), (Cox & Singer, 1986);

3) de trabalhos de mais de 2 autores – ex.: Lopes et al. (1992), (Lopes et al., 1992);

4) de mais de um trabalho do mesmo autor e do mesmo ano ou de anos distintos – ex.: Johnson (1995a, b, c); Roberts (1996, 1997); (Johnson, 1995a, b; Roberts, 1996a, b, 1997);

5) Para citações indiretas, usar segundo em vez de apud – ex.: Lucas (1975, segundo Silva, 1993).

6) Evitar o uso de op. cit. – ex.: Martins (1998) em vez de Martins (op. cit.).

b) Lista de REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) Seguir a ordem alfabética dos nomes dos autores e numerar consecutivamente. Se houver mais de um trabalho do(s) mesmo(s) autor(es) num ano, indicar no final (a), (b), (c)...
- 2) Entrada de um autor – ex.: SILVA, A.L. DA.
- 3) Entrada de dois autores – ex.: SILVA, J.L. & RUIZ, A. DA S.
- 4) Entrada de três ou mais autores – citar todos. Ex.: LIMA, E.S.; MARQUES, J.S.; CAMPOS, A.
- 5) Exemplos de citação de publicações:

Livros, monografias, relatórios

COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores). Contribuições à Geologia da Amazônia. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, 446 p., 1997.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Jacupiranga-Guará - geologia, levantamento geoquímico, processamento aerogeofísico e metalogenia das folhas SG22-X-8-VI-2 (Jacupiranga) e SG22-X-B-VI-4 (Rio Guará), Estado de São Paulo, Escala 1 :50.000. São Paulo: Convênio Secretaria de Estado de Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, 245 p., 1999.

Capítulos de livros

ROOSEVELT, A.C. The influence of geology on soils, biota and the human occupation of Amazonia. In: COSTA, M.C. da & ANGÉLICA, R.S. (Coordenadores), Contribuições à Geologia da Amazônia. Belém: Financiadora de Estudos e Projetos e Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Norte, p. 1-14, 1997.

Dissertações e Teses

SANTOS, M. DOS. Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: a bacia terciária de Aiuruoca e evolução morfotectônica. Rio Claro, 1999. 134 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Artigos de periódicos

FERREIRA, M.C. Análise espacial da densidade de drenagem em Sistema de Informação Geográfica através de um modelo digital de distâncias interfluviais. *Geociências*, v. 18, n. 1, p. 7-22, 1999.

Resumos (estendidos ou não) publicados em eventos técnico-científicos

ROY, P. Estuaries and coastal valley-fills in Southeast Australia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 6, 1997, Curitiba. Resumos Expandidos... São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1997, p. 12-13.

c) Outros

1) Programas de computação (softwares) citados no texto devem ser referenciados como trabalhos, com dados de autoria, versão, local, data.

2) Documentos consultados na Internet: citar a URL e data de acesso. Ex.: C.M.L. da Cunha & I.A. Mendes. Proposta de análise integrada dos elementos físicos da paisagem: uma abordagem geomorfológica.

Disponível em:
<http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista/Sumario0301.htm>. Acessado em:
 25jan2006.

3) Trabalhos aceitos para publicação ou no prelo: citar, com indicação da situação.

4) Comunicações pessoais e trabalhos em preparação ou submetidos para publicação não devem ser citados na listagem bibliográfica, mas apenas no texto.

5) Não devem ser citados documentos (relatórios e outros) confidenciais ou inacessíveis aos leitores.

ANÁLISE DOS TRABALHOS E PROCEDIMENTOS DA EDITORIA

1) O autor ou primeiro autor será comunicado da recepção do trabalho, dos resultados das avaliações pelos Consultores e aceitação para publicação.

2) Os trabalhos receberão avaliação crítica do mérito por dois membros do Conselho Editorial e/ou Corpo Consultivo tendo em vista a publicação na revista. O prazo para avaliação é de 30 dias.

3) Trabalhos não recomendados serão devolvidos. Aqueles cuja aceitação dependa de modificações ou ajustes serão devolvidos ao(s) autor (es) para adequação.

- 4) Revisões de aspectos formais dos trabalhos, antes da impressão final, serão efetuadas pelo Conselho Editorial.
- 5) Os autores receberão uma cópia do volume em que o trabalho for publicado e 20 separatas, que serão remetidas ao primeiro autor.
- 6) Os dados, informações e conceitos emitidos nos trabalhos são de inteira responsabilidade dos autores. O autor ou primeiro autor do trabalho responde pela autorização de sua publicação e cessão de direitos autorais à revista.

INTERNET A revista está disponível na Internet, podendo ser acessada no portal <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/>

OBSERVAÇÃO (comentários para o editor) Ao encaminhar seu artigo. Inclua no Passo 1 Comentários para o editor uma lista com pelo menos três nomes de possíveis avaliadores. A lista deve conter o endereço, local de trabalho e o e-mail dos possíveis avaliadores.

ANEXO B – REGRAS DE FORMATAÇÃO DA REVISTA 2

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article. To find out more, please visit the Preparation section below.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information on Ethics in publishing.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double anonymized) or the manuscript file (if single anonymized). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. More information.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright holder. To verify compliance, your article may be checked by Crossref Similarity Check and other originality or duplicate checking software.

Preprint posting on SSRN

In support of Open Science, this journal offers its authors a free preprint posting service. Preprints provide early registration and dissemination of your research, which facilitates early citations and collaboration.

During submission to Editorial Manager, you can choose to release your manuscript publicly as a preprint on the preprint server SSRN once it enters peer-review with the journal. Your choice will have no effect on the editorial process or outcome with the journal. Please note that the corresponding author is expected to seek approval from all co-authors before agreeing to release the manuscript publicly on SSRN.

You will be notified via email when your preprint is posted online and a Digital Object Identifier (DOI) is assigned. Your preprint will remain globally available free to read whether the journal accepts or rejects your manuscript.

For more information about posting to SSRN, please consult the SSRN Terms of Use and FAQs.

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. More details and an example.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service to find the best home for your manuscript. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated Scientific Managing Editor, a tool assisted recommendation, or a combination. If you agree, your

manuscript will be transferred, though you will have the opportunity to make changes to the manuscript before the submission is complete. Please note that your manuscript will be independently reviewed by the new journal. More information.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' (more information). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of user license.

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. More information.

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can share your research published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Open access

Please visit our Open Access page for more information.

Elsevier Researcher Academy

Researcher Academy is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going

through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Only papers that include the names, addresses and e-mail addresses of three potential referees will be considered for publication. Please submit your article via Editorial Manager.

Suggesting reviewers

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential reviewers.

You should not suggest reviewers who are colleagues, or who have co-authored or collaborated with you during the last three years. Editors do not invite reviewers who have potential competing interests with the authors. Further, in order to provide a broad and balanced assessment of the work, and ensure scientific rigor, please suggest diverse candidate reviewers who are located in different countries/regions from the author group. Also consider other diversity attributes e.g. gender, race and ethnicity, career stage, etc. Finally, you should not include existing members of the journal's editorial team, of whom the journal are already aware.

Note: the editor decides whether or not to invite your suggested reviewers.

PREPARATION

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) or for technical support on submissions, please visit our Support Center.

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections.

Double spacing text:

Please ensure the text of your paper is double-spaced- this is an essential peer review requirement.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

Peer review

This journal operates a double anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to

products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. More information on types of peer review.

Double anonymized review

This journal uses double anonymized review, which means the identities of the authors are concealed from the reviewers, and vice versa. More information is available on our website. To facilitate this, please include the following separately:

Title page (with author details): This should include the title, authors' names, affiliations, acknowledgements and any Declaration of Interest statement, and a complete address for the corresponding author including an e-mail address.

Anonymized manuscript (no author details): The main body of the paper (including the references, figures, tables and any acknowledgements) should not include any identifying information, such as the authors' names or affiliations.

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

LaTeX

You are recommended to use the latest Elsevier article class to prepare your manuscript and BibTeX to generate your bibliography.

Our Guidelines has full details.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered

1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Experimental

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between

parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h \times w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, it is recommended to include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web

references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999)... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to software:

Coon, E., Berndt, M., Jan, A., Svyatsky, D., Atchley, A., Kikinzon, E., Harp, D., Manzini, G., Shelef, E., Lipnikov, K., Garimella, R., Xu, C., Moulton, D., Karra, S., Painter, S., Jafarov, E., & Molins, S., 2020. Advanced Terrestrial Simulator (ATS) v0.88 (Version 0.88). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3727209>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file.

Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are

encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page.

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is

important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Author Services. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the Elsevier Support Center to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.

ANEXO C – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 1

• [Geociencias] Agradecimento pela Submissão

Yahoo/Entrada ☆



• **Prof. Dr. Norberto Morales** <revigeoc.rc@unesp.br>



sex., 19 de mai. às 16:09 ☆

Para: David de Barros Galo

David de Barros Galo,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "Estrutura regulatória federal no fechamento de mina no Brasil: avaliação crítica" para Geosciences = Geociências. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/authorDashboard/submission/17671>

Login: davidgalo1

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Prof. Dr. Norberto Morales

Geosciences = Geociências

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

ANEXO D – COMPROVANTE DE PUBLICAÇÃO DO ARTIGO 2



**RESOURCES
POLICY**

[JT](#) • [HELP](#) • [REGISTER](#) • [UPDATE MY INFORMATION](#) • [JOURNAL OVERVIEW](#)
[CONTACT US](#) • [SUBMIT A MANUSCRIPT](#) • [INSTRUCTIONS FOR AUTHORS](#) • [POLICIES](#)

em Editorial
Manager

Role: author Username: 0000-0001-9133-5188

← Submissions with an Editorial Office Decision for Author

Page: 1 of 1 (2 total completed submissions)

Results per page 10 ▼

Action ▢	Manuscript Number ▲	Title ▲	Initial Date Submitted ▲	Status Date ▲	Current Status ▲	Date Final Disposition Set ▲	Final Disposition ▲
View Submission View Decision Letter Send E-mail	JRPO-D-22-00324	Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness	Feb 18, 2022	Jul 25, 2022	Completed - Accept	Jul 25, 2022	Accept

David De Barros Galo

De: em.jrpo.0.7ce427.da1222e1@editorialmanager.com em nome de Resources Policy <em@editorialmanager.com>
Enviado em: segunda-feira, 25 de julho de 2022 09:02
Para: David De Barros Galo
Assunto: Decision on submission to Resources Policy

Manuscript Number: JRPO-D-22-00324R1

Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness

Dear Mr Galo,

Thank you for submitting your manuscript to Resources Policy.

I am pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication.

My comments, and any reviewer comments, are below. Your accepted manuscript will now be transferred to our production department. We will create a proof which you will be asked to check, and you will also be asked to complete a number of online forms required for publication. If we need additional information from you during the production process, we will contact you directly.

We appreciate you submitting your manuscript to Resources Policy and hope you will consider us again for future submissions.

Kind regards,
Gary Campbell
Editor

Resources Policy

PLEASE TAKE ACTION – Let us know your thoughts [JRPO_102919]



Article_Status@elsevier.com

Para David De Barros Galo

Categoria Verde

Responder

Dear Mr Galo,

Congratulations on publishing your article *Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness* in *Resources Policy*. Thank you for your contribution to the journal and we hope you will consider submitting an article to an Elsevier-published journal again in the future.

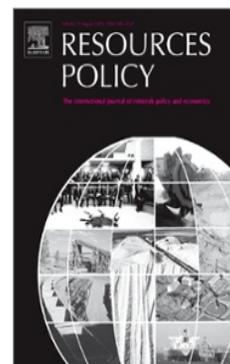
As a commitment to improving our service to authors, we would like to invite you to participate in our Author Feedback Program. You will receive an e-mail invitation to complete an online questionnaire from Elsevier, asking you to evaluate our performance.

Your opinion is very important to us and will enable us to monitor and improve our services for authors.

Please note: you will not be sent a questionnaire if you have received an author feedback questionnaire from us within the last 6 months or have previously informed us that you do not wish to receive a survey.

Thank you for your cooperation.

Yours sincerely,
Elsevier Researcher Support





Are mining companies mature for mine closure? An approach for evaluating preparedness

David de Barros Galo ^{a, b}  , José Ângelo Sebastião Araújo dos Anjos ^a  , Luis Enrique Sánchez ^c  

Show more 

+ Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102919>

[Get rights and content](#)