

## ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS MINERAIS, TÊXTEIS E ELETRÔNICOS DA MINERAÇÃO

SELMA CARDOSO DOS SANTOS<sup>1</sup>, CAMILA REIS DE SOUZA<sup>2</sup>, RODRIGO DOS SANTOS CAIRES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira de Segurança do Trabalho, Estudante de Engenharia de Minas, IFBA, Brumado-BA, 201921040003@ifba.edu.br

<sup>2</sup> Engenheira de Minas, M<sup>a</sup>. Ciências Ambientais, Prof. EBTT, IFBA, Brumado-BA, camila.souza@ifba.edu.br

<sup>3</sup> Estudante de Engenharia de Minas, IFBA, Brumado-BA, rodrigocaires@outlook.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
06 a 09 de outubro de 2025

**RESUMO:** A mineração é essencial para a economia, mas gera significativos impactos socioambientais. A economia circular surge como alternativa para transformar resíduos em recursos e promover sustentabilidade no setor. Este artigo, baseado em revisão bibliográfica de publicações entre 2015 e 2025, analisou práticas de reaproveitamento de resíduos na mineração, com foco na rochagem na agricultura familiar e reutilização de uniformes e eletrônicos. Os resultados indicam que essas ações reduzem passivos ambientais, geram benefícios sociais e fortalecem a imagem institucional das empresas. Incentivos regulatórios são fundamentais para ampliar e replicar essas iniciativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Rochagem na agricultura familiar; resíduos na mineração; economia circular.

## CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO THE REUSE OF MINERAL, TEXTILE, AND ELECTRONIC WASTE IN MINING

**ABSTRACT:** Mining is essential to the economy but generates significant socio-environmental impacts. Circular economy emerges as an alternative to transform waste into resources and promote sustainability in the sector. This article, based on a literature review of publications from 2015 to 2025, analyzed waste reuse practices in mining, focusing on rock dust application in family farming and the reuse of uniforms and electronic equipment. The results indicate that these actions reduce environmental liabilities, generate social benefits, and strengthen the institutional image of mining companies. Regulatory incentives are essential to expand and replicate these initiatives.

**KEYWORDS:** Rock dust in family farming; mining waste; circular economy.

### INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade essencial para a economia global, fornecendo matérias-primas para diversas indústrias. No entanto, também é uma das atividades que mais impactam o meio ambiente (Souza, Porto & Pinheiro, 2018). A economia sustentável na mineração busca equilibrar a exploração mineral com a preservação e o desenvolvimento socioambiental (Loureiro Filho, 2021).

A crescente preocupação com os impactos ambientais e sociais da mineração exige mudanças estruturais nos modelos de produção e consumo (Lopes et al., 2022). O conceito de economia circular propõe o reaproveitamento de materiais descartados, transformando resíduos em novos recursos (Carmignano et al., 2021). Assim, a mineração pode deixar de ser vista apenas como exploradora de recursos naturais para tornar-se protagonista de soluções regenerativas (Santos, 2018; Silva et al., 2024; Simões et al., 2024).

Este artigo tem como objetivo abordar, a partir de uma revisão bibliográfica, como os resíduos da mineração podem ser reinseridos em cadeias produtivas sustentáveis, com ênfase na rochagem na agricultura familiar e na reutilização de uniformes e componentes eletrônicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se baseia em uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da economia circular na mineração, com ênfase no reaproveitamento hierárquico dos resíduos sólidos. O trabalho abrange a identificação dos fluxos de resíduos minerais e não minerais gerados por uma mineradora, incluindo rejeitos, uniformes usados e componentes eletrônicos. São apresentadas práticas de reaproveitamento desses materiais, como a rochagem na agricultura familiar e a reutilização de resíduos têxteis e eletrônicos para fins sociais.

A metodologia se fundamenta em fontes acadêmicas publicadas no período entre 2015 e 2025. Elas foram consultadas em bases eletrônicas como Scielo e Springer. A pesquisa explora principalmente os eixos do reaproveitamento dos resíduos minerais, do uso eficiente dos recursos naturais e de tecnologias limpas, assim como a aplicação prática dessas abordagens.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferente do modelo linear (extrair–produzir–descartar), a economia circular na mineração busca reintroduzir resíduos sólidos no ciclo produtivo de forma hierárquica, reduzindo passivos e transformando resíduos em recursos (Tayebi-Khorami et al., 2019). A Figura 1 ilustra estratégias, como redução de desperdício, manutenção de materiais em uso e modelos de negócios circulares, cuja implementação, segundo Antony Jose et al. (2024), pode gerar novas oportunidades econômicas locais quando acompanhada de políticas e planejamento técnico adequados.

Figura 1. Hierarquia de conceitos da economia circular.



Fonte: Fernandes et al. (2024)<sup>1</sup>

Os princípios básicos da economia sustentável na mineração são minimizar o impacto ambiental, ou seja, implementar práticas que reduzam a degradação, com o uso de tecnologias limpas e processos de recuperação de áreas afetadas (Silva, Campagna & Lipp-Nissinen, 2018; Longo et al., 2021). A Figura 2 mostra a aplicação da economia circular na mineração, integrando desde a extração até o reaproveitamento e reciclagem para reduzir resíduos e substituir matérias-primas virgens.

<sup>1</sup>Fernandes, S.; et al. Economia circular. *In*: flexible Methodology 4 innovation – flexM4i. 2024. Disponível em: <https://flexmethod4innovation.com/pratica/economia-circular/>. Acesso em: 24 jul. 2025.

Figura 2. Economia circular da mineração



Fonte: Faur (2022)<sup>2</sup>

### Rochagem como alternativa para agricultura familiar

A rochagem consiste na aplicação de pó de rocha moída para recuperar a fertilidade de solos, liberando nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio e melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Stockmann et al., 2013).

No contexto da agricultura familiar, especialmente em regiões como a Bahia, a rochagem se apresenta como uma alternativa de adaptação das práticas agrícolas às condições específicas de cada região (Pires, 2022). Por exemplo, o Projeto Relux, parceria entre a Universidade Federal da Bahia – UFBA, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente da Bahia – SEMA-BA e a Cooperativa Mineral da Bahia – CMB, implementa no Garimpo das Carnaíbas, em Pindobaçu, região norte da Bahia, o reaproveitamento dos resíduos da mineração de esmeraldas para a produção de fertilizantes destinados à agricultura familiar (Lobato, 2023).

### Reutilização de resíduos têxteis e eletrônicos

As mineradoras geram, além dos resíduos minerais, descartes como uniformes, equipamentos eletrônicos e equipamentos de proteção individual – EPIs. Algumas delas mantêm programas de coleta de eletrônicos obsoletos, como, por exemplo, a Anglo American que, em 2023, doou *notebooks* ao Programa Sukatech, do Governo de Goiás, que recondiciona esses dispositivos e os utiliza em cursos de informática e robótica, promovendo a educação tecnológica (Barboza & Valadares, 2023).

Zaman, Marinova & Farren (2023) afirmam que, no setor mineral, a reutilização de fardamentos deve ser priorizada em relação à reciclagem ou ao descarte, pois preserva o valor funcional do material. Amaral (2016) complementa que, no reaproveitamento têxtil, práticas como manutenção, reparo e redistribuição prolongam a vida útil das peças sem comprometer sua qualidade, ao contrário da reciclagem, que envolve a transformação da matéria-prima e pode causar degradação do produto. No Brasil, ainda segundo este último autor, a reutilização de uniformes demonstra viabilidade, com sua conversão em mochilas, bolsas (Figura 3) e estojos, desde que sejam respeitados os processos de triagem, higienização e descaracterização visual.

<sup>2</sup>Faur, F. Circular economy. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Circular-economy-9\\_fig1\\_357621644](https://www.researchgate.net/figure/Circular-economy-9_fig1_357621644). Acesso em: 24 jul. 2025.

Figura 3. Bolsa confeccionada com uniforme usado



## CONCLUSÃO

A responsabilidade socioambiental na mineração deve ser compreendida como um compromisso estratégico, capaz de integrar desenvolvimento econômico à preservação ambiental. A adoção de práticas baseadas na economia circular, como a rochagem e a reutilização de uniformes e equipamentos eletrônicos, contribui significativamente para a redução de passivos ambientais, o fortalecimento da imagem institucional e a geração de benefícios sociais para as comunidades envolvidas. Ao mesmo tempo, estreitam o relacionamento com os *stakeholders* e ampliam o acesso a incentivos financeiros. Para que essas práticas se tornem mais aplicadas, o apoio de mecanismos regulatórios é necessário para que incentivem sua replicação em diferentes contextos produtivos.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, M. C. do. **Reaproveitamento e reciclagem têxtil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores**. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Modo) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2016
- Antony Jose, S.; et al. Promoting a Circular Economy in Mining Practices. **Sustainability**, v. 16, n. 24, p. 11016, 2024. DOI: 10.3390/su162411016
- Barboza, F.; Valadares, A. Anglo American doa equipamentos eletrônicos ao programa Sukatech, do Governo de Goiás. Anglo American, 2023. Disponível em: <https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/imprensa/noticias/2023/15-12-2023>. Acesso em: 29 jul. 2025
- Carmignano, O. R. et al. Iron ore tailings: characterization and applications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 32, n. 10, 2021
- Lobato, B. Pesquisa brasileira avança no uso de remineralizadores no solo. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/85673644/pesquisa-brasileira-avanca-no-uso-de-remineralizadores-no-solo>. Acesso em: 28 jul. 2025
- Longo, M. H. C. et al. Recuperação de áreas degradadas por mineração: associação de técnicas de bioengenharia de solos com geração e manutenção de serviços ecossistêmicos. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, 2021
- Lopes, P. P. et al. Brazilian mining sector and its environmental impact: a review of cradle-to-cradle options applied to residues, waste and tailings. **Holos**, v. 6, 2022
- Loureiro Filho, L. da S. Exploração de recursos minerais e desenvolvimento sustentável no Brasil. **Revista Geociências (UNG)**, Guarulhos, v. 18, n. 1, 2021. DOI: 10.33947/1981-7428-v18n1-3733
- Pires, J. F. B. Remineralização de solos em agricultura familiar com certificação orgânica. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022

- Santos, T. G. dos. **Reaproveitamento de rejeitos de minério de ferro e ouro com base em uma caracterização tecnológica e geoambiental**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018
- Silva, I. A.; Campagna, A. R.; Lipp-Nissinen, K. H. Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos. **Pesquisas em Geociências**, v. 45, n. 3, e0691, 2018. DOI: 10.22456/1807-9806.91386
- Silva, R. V. N. et al. Aproveitamento de rejeitos de minério em tijolos ecologicamente viáveis para o processo construtivo. **Projectus**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 56-65, 2024. DOI: 10.15202/25254146.2024v9n2p56
- Simões, C. R. et al. Uma aplicação da economia circular para o reaproveitamento de rejeitos sulfetados. *In*: **23º Seminário de Mineração**, São Paulo, 2024
- Souza, C. R.; Porto, P. M. B. V.; Pinheiro, G. L. Resíduos de pedreiras: uma alternativa agronômica ao pó de rocha. Cruz das Almas – BA. Anais... **I Seminário de Mineração e Meio Ambiente da Bahia**, 2018. 71 p
- Stockmann, U. et al. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 164, p. 80–99, 2013. DOI: 10.1016/j.agee.2012.10.001
- Tayebi-Khorami, M. et al. Re-Thinking Mining Waste through an Integrative Approach Led by Circular Economy Aspirations. **Minerals**, v. 9, n. 5, p. 286, 2019. DOI: 10.3390/min9050286
- Zaman, A.; Marinova, D.; Farren, A. The circular economy and mining workwear waste management in Australia: A case study. **International Journal of Sustainable Fashion & Textiles**, v. 2, n. 1, p. 101-113, 2023. DOI: 10.1386/sft\_00023\_1