

Minerais Críticos para Transição Energética

Contribuições para o Estudo sobre a Produção de Conhecimento no Panorama Internacional

Palavras-Chave: Minerais Críticos; Transição Energética; Panorama Internacional

Autores(as):

Fernando Almeida Olzon Vasconcelos, IE – Instituto de Economia

Rosana Icassatti Corazza, IG - Instituto de Geociências

INTRODUÇÃO:

A transição energética tem sido amplamente promovida como uma estratégia essencial para mitigar os impactos das mudanças climáticas, especialmente por meio da descarbonização da economia e da adoção de tecnologias de baixo carbono (Arendt et al., 2020). No entanto, estudos recentes têm evidenciado um paradoxo inquietante: a corrida pela descarbonização tem desencadeado novas formas de destruição ecológica, aprofundado desigualdades sociais e acirrado tensões geopolíticas (Wolters; Brusselaers, 2024). Esse aspecto menos visível da transição energética manifesta-se de forma contundente na intensificação da exploração de minerais críticos, como lítio, cobalto, níquel e terras-raras, considerados indispensáveis para a fabricação de baterias, veículos elétricos e outras tecnologias voltadas à energia limpa (Canelas; Carvalho, 2023).

A demanda global por esses minerais cresce em ritmo acelerado. Estimativas apontam, por exemplo, um aumento superior a 1500% na procura por lítio até 2050 (Canelas; Carvalho, 2023), o que aprofunda a dependência de cadeias produtivas intensivas em recursos naturais e amplia a fronteira extrativa para novas regiões, frequentemente marcadas por vulnerabilidades sociais e ecológicas (Matanzima, 2024). Tal contexto revela contradições estruturais no modelo de desenvolvimento que sustenta a chamada transição energética.

Diante desse panorama, torna-se imprescindível problematizar as premissas que orientam essa transformação e examinar os impactos concretos decorrentes da materialização de suas promessas. O objetivo central da presente pesquisa, portanto, consiste em compreender as dinâmicas subjacentes à exploração de minerais estratégicos para a transição energética, bem como suas especificidades e pontos de convergência no cenário internacional. Ressalta-se que os dados evidenciam dinâmicas frequentemente ocultadas sob a retórica de uma transição “verde”, isto é, um processo que visa promover uma mudança estrutural nos sistemas de energia e produção para reduzir emissões e impactos ambientais, baseado na descarbonização e no uso de tecnologias de baixo carbono (Arendt et al., 2020). No entanto, os resultados desta revisão indicam que a prática da mineração de minerais críticos revela um cenário de desigualdades, degradação ambiental e conflitos intensos em diferentes regiões do globo, contrariando os princípios fundadores da chamada transição verde.

METODOLOGIA:

Para mapear o panorama de conflitos e impactos socioambientais associados à exploração de minerais críticos no contexto da transição energética, adotou-se a metodologia de *scoping review* da literatura acadêmica, conforme as diretrizes de Peters et al. (2020). A construção da estratégia de busca baseou-se no acrônimo PCC (População, Conceito e Contexto), utilizado para delimitar a pergunta de pesquisa: “O que a literatura acadêmica tem produzido sobre conflitos ambientais, infrações a direitos humanos e impactos socioambientais decorrentes da exploração de minerais críticos para a transição energética?”.

A busca bibliográfica concentrou-se na base Web of Science, selecionada por sua abrangência temática e rigor na indexação de periódicos de alto impacto, assegurando a qualidade da literatura revisada por pares. O processo de busca, refinamento e filtragem foi conduzido ao longo de um mês, sendo finalizado em 1º de outubro de 2024, após diversas iterações para otimização de palavras-chave, operadores booleanos e filtros de seleção. Foram inicialmente recuperados 11 artigos científicos potencialmente relevantes. A triagem e seleção dos estudos seguiu o protocolo PRISMA para revisões de escopo (PRISMA-ScR), conforme recomendado por Peters et al. (2020). Todas as etapas foram documentadas no fluxograma PRISMA (Figura 1), incluindo identificação das referências, leitura de títulos, resumos e textos completos, avaliação de elegibilidade e inclusão final. Aplicados os critérios de inclusão, todos os 11 artigos foram mantidos no corpus preliminar.

Complementarmente, foi incorporada à revisão, a obra teórica *O ecologismo dos pobres*, de Joan Martinez-Alier (2002), que se fundamenta na sua relevância conceitual para o entendimento dos conflitos ecológico-distributivos. A obra foi adotada como referencial teórico transversal, enriquecendo a análise crítica do corpus selecionado. Ressalta-se, contudo, que o livro não integrou o processo de extração de dados da revisão sistemática, sendo utilizado exclusivamente como base teórica para a contextualização e fundamentação do estudo.

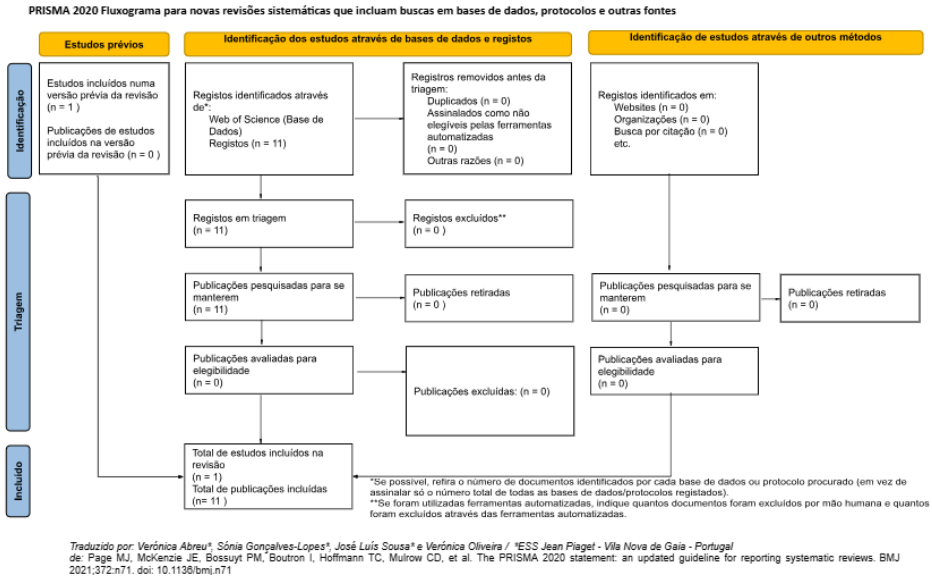


Figura 1. Fluxograma PRISMA: resultados das etapas de seleção e inclusão dos documentos para a revisão sobre o Panorama Internacional Minerais Críticos -
Fonte: elaboração própria, seguindo as orientações de Peters et al (2020)

Para cada artigo selecionado, foi realizada uma extração de dados minuciosa, compilando as informações-chave referentes aos objetivos, métodos, resultados e conclusões de interesse para a pergunta de pesquisa. Posteriormente, os achados foram organizados e categorizados em eixos temáticos, o que possibilitou a consolidação de um corpus documental coerente e relevante. Esse corpus foi estruturado em torno de três eixos analíticos centrais, que agregam os textos resultantes da *scoping review* e abrangem os principais temas identificados, conforme representado na Figura 2. Tal mapeamento temático serve de base para a apresentação e a discussão dos resultados desta pesquisa de iniciação científica.

Eixo Temático	Contribuições para cada eixo (Autor, ano)
1. Conflitos Socioambientais dentro do escopo da exploração de minerais críticos para a transição energética, envolvendo disputas por território, recursos naturais e modos de vida.	Matanzima, Joshua, 2024; Zhou, Ronghui; Brown, David, 2024; Canelas, Joana; Carvalho, Antonio, 2023; Owen, John R.; Kemp, Deanna; Harris, Jill; Lechner, Alex M.; Lebre, Eleonore, 2022; Hailes, O (Hailes, Oliver), 2022; Heredia, Florencia; Martinez, Agostina L.; Surraco Urtubey, Valentina, 2020
2. Infrações aos direitos humanos no contexto da extração de minerais críticos, com ênfase em violações associadas a dinâmicas de exploração, deslocamento forçado e condições degradantes de trabalho.	Matanzima, Joshua, 2024; Wolters, Leander; Brusselsaers, Jan, 2024; Zhou, Ronghui; Brown, David, 2024; Urbina, Cecilia; Schafer, Joaquin, 2024; Canelas, Joana; Carvalho, Antonio, 2023; Dou, Shiquan; Xu, Deyi; Zhu, Yongguang; Keenan, Rodney, 2023; Owen, John R.; Kemp, Deanna; Harris, Jill; Lechner, Alex M.; Lebre, Eleonore, 2022; Hailes, O (Hailes, Oliver), 2022; Heredia, Florencia; Martinez, Agostina L.; Surraco Urtubey, Valentina, 2020
3. Impactos Socioambientais resultantes da cadeia produtiva de minerais críticos utilizados na transição energética, incluindo degradação ambiental, comprometimento de ecossistemas e efeitos sobre populações locais.	Matanzima, Joshua, 2024; Wolters, Leander; Brusselsaers, Jan, 2024; Zhou, Ronghui; Brown, David, 2024; Urbina, Cecilia; Schafer, Joaquin, 2024; Canelas, Joana; Carvalho, Antonio, 2023; Dou, Shiquan; Xu, Deyi; Zhu, Yongguang; Keenan, Rodney, 2023; Felipe-Andreu, Javier; Valero, Antonio; Valero, Alicia, 2022; Owen, John R.; Kemp, Deanna; Harris, Jill; Lechner, Alex M.; Lebre, Eleonore, 2022; Hailes, O (Hailes, Oliver), 2022; Arendt, Rosalie; Muhl, Marco; Bach, Vanessa; Finkbeiner, Matthias, 2020; Heredia, Florencia; Martinez, Agostina L.; Surraco Urtubey, Valentina, 2020

Figura 2. Mapeamento Temático na Literatura Revisada - Fonte: Elaboração Própria a partir de Dados de Pesquisa

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Inicialmente, compreendendo o eixo dos conflitos socioambientais, a literatura evidencia que a extração de minerais críticos, embora articulada à retórica da descarbonização, opera mediante a intensificação de dinâmicas estruturais de violação de direitos, expropriação territorial e aprofundamento das desigualdades. Tais conflitos se manifestam globalmente, como exemplificado por Matanzima (2024), que relata a remoção coercitiva de comunidades em Buhera, Zimbábue, promovida por meio de manipulações judiciais e desrespeito ao direito à consulta, em um contexto marcado por estresse hídrico e destruição ambiental.

Os autores Zhou e Brown (2024), ao analisarem os casos do Chile, Congo, China e Suécia, denunciam a marginalização institucionalizada de saberes locais, resultando em epistemicídio e na intensificação de danos ambientais, como a escassez hídrica e a degradação de bens culturais. Esses padrões encontram ressonância na análise etnográfica de Canelas e Carvalho (2023) sobre a mineração em Barroso, Portugal, onde se verifica a repressão simbólica e institucional de comunidades rurais e a erosão de práticas agroecológicas. Owen et al. (2022) complementam esse quadro ao demonstrar, em uma análise abrangente, que mais da metade dos projetos minerários voltados à transição energética incidem sobre territórios indígenas e camponeses marcados por insegurança alimentar e ausência de proteção institucional.

Já Hailes (2022), por sua vez, evidencia o papel dos tratados de comércio e investimento na consolidação de um modelo normativo que favorece as corporações transnacionais em detrimento da regulação democrática e da soberania estatal. A convergência dessas evidências também se verifica nos estudos de Heredia, Martinez e Surraco Urtubey (2020), que denunciam impactos severos no Triângulo do Lítio, incluindo escassez hídrica, destruição de ecossistemas e a sistemática omissão da consulta prévia. Esses achados, partilhados por autores como Wolters e Brusselsaers (2024), reafirmam que a atual transição energética perpetua as lógicas extrativistas e estruturas coloniais que marginalizam os sujeitos impactados e obscurecem os custos humanos e ecológicos do processo.

Em relação ao eixo das infrações aos direitos humanos, a literatura evidencia a existência de um padrão recorrente de violações sistemáticas, como deslocamentos forçados, degradação ambiental, supressão de direitos coletivos e exclusão epistêmica. Matanzima (2024) relata como já

discutido o deslocamento violento de comunidades em Buhera, incluindo exumações de túmulos e reassentamentos precários, articulados entre o Estado e a empresa Max Mind. Práticas análogas são identificadas por Wolters e Brusselaers (2024) em Portugal, onde a resistência comunitária é criminalizada e os benefícios da mineração são apropriados por elites transnacionais.

Urbina e Schäfer (2024), ao tratarem da experiência chilena, propõem a adoção da diligência devida em direitos humanos (HRDD) como mecanismo jurídico de responsabilização das empresas. Heredia et al. (2020) destacam a ausência sistemática de consulta prévia à população, no Triângulo do Lítio, reforçando a permanência de arranjos neocoloniais. Dou et al. (2023) ampliam a crítica ao documentarem, na África Subsaariana, práticas de trabalho degradante, incluindo trabalho infantil e financiamento de conflitos armados. Owen et al. (2022), em uma abordagem quantitativa, evidenciam que a maioria dos empreendimentos ocorre em contextos de baixa capacidade institucional, onde as mulheres são sistematicamente excluídas dos processos decisórios. Finalmente, Hailes (2022) aponta que tribunais nacionais no Chile e Argentina ignoram protocolos comunitários, revelando o descompasso entre os direitos reconhecidos internacionalmente e sua aplicação prática. Em conjunto, os estudos revelam que o modelo de governança vigente contribui para a reprodução de injustiças ambientais e violações de direitos no cerne da transição energética.

Por fim, no eixo dos impactos socioambientais, a literatura evidencia que a cadeia produtiva dos minerais críticos está associada a uma multiplicidade de efeitos deletérios sobre ecossistemas e comunidades. Tal como observam Wolters e Brusselaers (2024), embora o lítio seja essencial à descarbonização, sua extração intensiva de recursos hídricos e solo impõe zonas de sacrifício às populações locais. Dou et al. (2023) qualificam essa ambiguidade como uma “espada de dois gumes”, sugerindo a necessidade de mecanismos de governança global e participação comunitária. Heredia et al. (2020) relatam impactos severos no Triângulo do Lítio, como o uso excessivo de salmouras e a perda de biodiversidade.

Os autores Felipe-Andreu et al. (2022), na Espanha, introduzem o conceito de déficit material e ecológico ao descreverem como a demanda por energia renovável desloca os custos ambientais para regiões periféricas, agravando as desigualdades. Matanzima (2024), ao examinar a mina Sabi Star, identifica múltiplas formas de injustiça, como a destruição de vínculos culturais e espaços sagrados. Canelas e Carvalho (2023) analisam o caso português como exemplo de violência extrativista, onde a exclusão da comunidade dos processos decisórios compromete sua autodeterminação. Owen et al. (2022) e Zhou e Brown (2024) ressaltam a sistemática omissão de consultas e a marginalização epistêmica das comunidades, alertando para os riscos de acelerar a transição sem salvaguardas sociais. Como alternativa, propõem espaços participativos multissetoriais. Urbina e Schäfer (2024) e Hailes (2022) reforçam que o avanço da mineração deve estar condicionado ao respeito aos direitos humanos e ambientais, inclusive nos acordos comerciais internacionais.

CONCLUSÕES:

A presente scoping review evidencia que a atual configuração da transição energética, longe de representar uma ruptura emancipatória, perpetua lógicas históricas de extrativismo, dominação epistêmica e desigualdade estrutural (Canelas; Carvalho, 2023; Matanzima, 2024; Owen et al., 2022; Martinez-Alier, 2002). A análise dos conflitos socioambientais relacionados à mineração de minerais críticos, como lítio, cobalto, níquel, cobre e terras raras, revela a continuidade e, em muitos casos, o agravamento de práticas de espoliação territorial, negação de direitos e invisibilização de saberes locais (Martinez-Alier, 2002; Owen et al., 2022).

É necessário um deslocamento epistemológico que supere a visão tecnicista da transição energética como mera substituição de fontes fósseis por tecnologias “limpas”. A transição deve ser compreendida como espaço de disputa política, ética e epistêmica, envolvendo múltiplas dimensões de justiça (Zhou; Brown, 2024; Canelas; Carvalho, 2023). Os dados revelam um padrão recorrente de

violações, como a ausência de consulta prévia, apropriação desigual de benefícios por países centrais, criminalização de resistências e degradação de ecossistemas, consolidando um modelo de governança internacional que privilegia o capital em detrimento dos direitos coletivos (Owen et al., 2022; Matanzima, 2024). Esse cenário revela o aprofundamento de dinâmicas neocoloniais, nas quais países periféricos fornecem insumos para a descarbonização das economias desenvolvidas.

Diante disso, é imperativo reconfigurar os marcos da governança da mineração e da sustentabilidade com base em justiça ambiental, autodeterminação dos povos e reconhecimento de saberes diversos (Zhou; Brown, 2024; Canelas; Carvalho, 2023). A centralidade de povos indígenas, comunidades tradicionais e mulheres deve ser reconhecida não apenas como vítimas, mas como sujeitos políticos e epistêmicos de resistência e criação de alternativas (Owen et al., 2022). Por fim, a transição energética justa exige romper com paradigmas desenvolvimentistas que naturalizam a violência, exigindo uma abordagem ecocentrada, descolonial e democrática, pautada na reestruturação das relações entre sociedade e natureza, entre Norte e Sul globais e entre epistemologias hegemônicas e subalternizadas (Zhou; Brown, 2024; Felipe-Andreu et al., 2022).

BIBLIOGRAFIA

- ARENDT, Rosalie; MUHL, Marco; BACH, Vanessa; FINKBEINER, Matthias. Criticality assessment of abiotic resource use for Europe: application of the SCARCE method. *Resources Policy*, v. 67, art. 101650, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101650>.
- CANELAS, Joana; CARVALHO, Antonio. The dark side of the energy transition: extractivist violence, energy (in)justice and lithium mining in Portugal. *Energy Research & Social Science*, v. 100, art. 103096, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103096>.
- DOU, Shiquan; XU, Deyi; ZHU, Yongguang; KEENAN, Rodney. Critical mineral sustainable supply: challenges and governance. *Futures*, v. 146, art. 103101, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103101>.
- FELIPE-ANDREU, Javier; VALERO, Antonio; VALERO, Alicia. Territorial inequalities, ecological and material footprints of the energy transition: case study of the Cantabrian-Mediterranean bioregion. *Land*, v. 11, n. 11, art. 1891, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11111891>.
- HAILES, Oliver. Lithium in international law: trade, investment, and the pursuit of supply chain justice. *Journal of International Economic Law*, v. 25, n. 1, p. 148–170, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1093/jiel/jgac002>.
- HEREDIA, Florencia; MARTINEZ, Agostina L.; SURRACO URTUBEY, Valentina. The importance of lithium for achieving a low-carbon future: overview of the lithium extraction in the 'Lithium Triangle'. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, v. 38, n. 3, p. 213–236, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/02646811.2020.1784565>.
- MARTINEZ-ALIER, Joan. *The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation*. São Paulo: Contexto, 2002.
- MATANZIMA, Joshua. Disempowered by the transition: manipulated and coerced agency in displacements induced by accelerated extraction of energy transition minerals in Zimbabwe. *Energy Research & Social Science*, v. 117, art. 103727, nov. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103727>.
- OWEN, John R.; KEMP, Deanna; HARRIS, Jill; LECHNER, Alex M.; LEBRE, Eleonore. Fast track to failure? Energy transition minerals and the future of consultation and consent. *Energy Research & Social Science*, v. 89, art. 102665, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102665>.
- PETERS, MDJ, Marnie C, Tricco AC, Pollock D, Munn Z, Alexander L, McInerney P, Godfrey CM, Khalil H. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evid Synth*. 2020 Oct;18(10):2119-2126. doi: 10.11124/JBIES-20-00167. PMID: 33038124.
- URBINA, Cecilia; SCHÄFER, Joaquin. Human rights due diligence as a risk management instrument for the mining industry in an energy transition scenario: assessing the Chilean experience. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02646811.2024.2303273>.
- WOLTERS, Leander; BRUSSELAERS, Jan. The energy transition paradox: how lithium extraction puts pressure on environment, society, and politics. *Extractive Industries and Society*, v. 19, art. 101498, set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101498>.
- ZHOU, Ronghui; BROWN, David. Epistemic justice and critical minerals: towards a planetary just transition. *Extractive Industries and Society*, v. 18, art. 101463, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101463>.