



CADERNOS DE DEREITO ACTUAL

[www.cadernosdedereitoactual.es](http://www.cadernosdedereitoactual.es)

© **Cadernos de Direito Actual** Nº 25. Núm. Extraordinario (2024), pp. 33-47  
·ISSN 2340-860X - ·ISSNe 2386-5229

## **O estado do conhecimento da regulação dos minérios críticos para transição energética no Brasil**

*The state of knowledge on the regulation of critical minerals for energy transition in Brazil*

**Herbert Ricardo Garcia Viana**<sup>1</sup>

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Yanko Marcius de Alencar Xavier**<sup>2</sup>

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Sumario:** 1. Introdução. 2. Procedimentos metodológicos aplicados. 3. Mineração e transição energética: capilaridade social, ambiental, econômica e geopolítica. 4. Estado do conhecimento de 1996 a 2023: análise das produção acadêmicas e suas características gerais. 5. Considerações finais. Referências.

**Resumo:** A transição energética tem sido uma prioridade global. Os minérios críticos desempenham um papel crucial nesse contexto. Este artigo visa explorar o estado do conhecimento existente sobre mineração e transição energética na academia brasileira, especialmente em programas de pós-graduação stricto sensu. Utilizando o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, foi realizado um mapeamento de teses e dissertações com foco nos termos "direito minerário", "marco regulatório", "marco legal"; "transição energética", "mineração" e "regulação", seguindo um protocolo metodológico inspirado no PRISMA. Dos 228 trabalhos inicialmente identificados, 95 foram analisados e agrupados em nove temas principais. O estudo destacou o interesse predominante por questões ambientais, tecnológicas, regulatórias,

<sup>1</sup> Mestrando em Direito pela UFRN/CCSA/PPGD. Professor adjunto da UFRN, Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Líder do Grupo de Pesquisa Engenharia de operações, otimização e inovação organizacional. Advogado e Engenheiro Mecânico. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4617469809005234>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4424-187X>. E-mail: [herbert.viana@ufrn.br](mailto:herbert.viana@ufrn.br).

<sup>2</sup> Professor titular da UFRN. Doutor e Mestre em Direito Universität Osnabrück/Alemanha. Pós-doutor pelo Instituto de Direito Internacional Privado e Direito Comparado da Universität Osnabrück/Alemanha. Líder do Grupo de Pesquisa em Direito e Regulação dos Recursos Naturais e da Energia. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2551909246317077>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9579-0927>. E-mail: [yanko.xavier@ufrn.br](mailto:yanko.xavier@ufrn.br).

Recibido: 08/08/2024

Aceptado: 20/09/2024

DOI: 10.5281/zenodo.13822553

econômicas, tributárias e sociais. A partir de 2010, cresceu a preocupação com os impactos da mineração sobre comunidades indígenas, e há uma clara oportunidade para avançar em pesquisas sobre as interações entre mineração, segurança energética e geopolítica. Regionalmente, o Sudeste lidera com 62,11% das publicações.

**Palavras chave:** mineração; transição energética; direito minerário; estado da arte.

**Abstract:** The energy transition has become a global priority. Critical minerals play a crucial role in this context. This article aims to explore the existing state of knowledge on mining and energy transition in Brazilian academia, particularly in stricto sensu graduate programs. Using the CAPES Theses and Dissertations Catalog, a mapping of theses and dissertations focused on terms such as "mining law", "regulatory framework", "energy transition", "mining", and "regulation" was conducted, following a methodological protocol inspired by PRISMA. Out of 228 initially identified works, 95 were analyzed and grouped into nine main themes. The study highlighted predominant interest in environmental, technological, regulatory, economic, tax, and social issues. Since 2010, there has been growing concern about the impacts of mining on indigenous communities, underscoring a clear opportunity to advance research on the interactions between mining, energy security, and geopolitics. Regionally, the Southeast leads with 62.11% of publications.

**Keywords:** mining; energy transition; mining law; state of the art.

## 1. Introdução

A transição energética, entendida como a mudança estrutural na forma de produção e consumo de energia em direção a fontes renováveis e de baixo carbono, tem se tornado uma prioridade global diante das crescentes preocupações com as mudanças climáticas e a sustentabilidade ambiental<sup>3</sup>. Esse processo demanda uma quantidade significativa de minérios críticos, essenciais para tecnologias como baterias, painéis solares e turbinas eólicas.

A relevância dos minérios críticos na transição energética coloca o Brasil, um país com vastos recursos naturais, em uma posição estratégica. No entanto, a regulação desses recursos deve ser comparada com as práticas de outros países de similar porte econômico e geopolítico, como China, EUA, Chile e Austrália. A China, por exemplo, tem dominado o mercado de terras raras por meio de políticas de controle rigoroso e investimentos em tecnologia de mineração<sup>4</sup>. Os Estados Unidos, em resposta, têm buscado diversificar suas fontes de minérios críticos e promover a mineração doméstica<sup>5</sup>. O Chile, rico em cobre e lítio, tem implementado políticas que visam equilibrar a exploração com a proteção ambiental<sup>6</sup>.

A regulação dos minérios críticos, envolve a implementação de políticas e mecanismos que assegurem a exploração sustentável, o controle de exportações e a segurança do abastecimento<sup>7</sup>. No Brasil, a regulação desses recursos tem evoluído,

---

<sup>3</sup> IRENA. "Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050", 2018.

<sup>4</sup> MANCHERI, N. A., SPRECHER, B., BAILEY, G., GE, J., & TUKKER, A., "Effect of Chinese policies on rare earth supply chain resilience". *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 101-112. 2019.

<sup>5</sup> NASSAR, N. T., BRAINARD, J., GULLEY, A. L., MANLEY, R., MATOS, G., LEDERER, G., WILBURN, D. R., "Evaluating the mineral commodity supply risk of the US manufacturing sector". *Science Advances*, 6(8), 2020.

<sup>6</sup> JARA, J. J., LAGOS, G., & TILTON, J. E., "Using exploration expenditures to assess the climate for mineral investment". *Resources Policy*, 56, 103-113. 2008.

<sup>7</sup> SÖDERHOLM, P., SÖDERHOLM, K., & VIKLUND, R., "Mining, regional development and benefit-sharing in developed countries". *Resources Policy*, 45, 78-91. 2015.

mas ainda enfrenta desafios significativos, como a necessidade de um marco regulatório mais robusto e integrado.

A mineração no Brasil sempre desempenhou um papel estratégico na economia do país, desde a época colonial até os dias atuais. Historicamente, o setor foi regulado por um conjunto de leis e decretos que foram se adaptando às mudanças econômicas e tecnológicas. Nota-se nos diferentes períodos constitucionais brasileiros diversas polêmicas envolvendo os Regimes de propriedade sobre as riquezas minerais<sup>8</sup>, muitas delas pacificadas pela mais alta corte do país<sup>9</sup>, o que revela certa instabilidade na construção da regulação da atividade mineradora no país, retratando um ambiente complexo devido a pressões econômicas, sociais, políticas e ambientais<sup>10</sup>.

O art. 176<sup>11</sup> da Constituição Federal de 1988 revela-se ser o mais importante para o ordenamento da atividade mineradora no país, uma vez que os princípios fundamentais de tal atividade são nele aludidos.

---

<sup>8</sup> Ao longo das constituições brasileiras, o direito de propriedade sobre os recursos minerais passou por diferentes regimes, cada um com suas particularidades e implicações. O Regime Regaliano, que vigorou durante o período colonial e imperial, estabelecia que todos os recursos minerais pertenciam à Coroa Portuguesa, e que sua exploração estava condicionada ao recolhimento de compensações ao erário real, sendo mantido este regime no primeiro e segundo impérios. Já o Regime de Acesso, adotado na Primeira República, influenciada pelo liberalismo econômico estadunidense não fazia distinção da propriedade do solo e subsolo, permitindo ao superficiário o direito de pesquisa e lavra, dos bens minerais. Por fim, o Regime Dominial, instituído a partir da Revolução de 1930, estabeleceu que os recursos minerais pertencem à União e podem ser explorados por particulares mediante autorização ou concessão, o que garantiu maior controle do Estado sobre a exploração desses recursos.

<sup>9</sup> Pode-se destacar como exemplo a querela envolvendo a data de promulgação e publicação do Código de Minas de 1934 e a utilização do vocábulo “Nação” no artigo 5º do referido código e Constituições de 1934, 1946, 1967 e 1969. No dia 10 de julho de 1934 é promulgado o Decreto 24.642 que estabeleceu o novo Código de Minas do Brasil, sendo publicado no dia 20 de julho de 1934, ou seja, dez dias depois. A Constituição de 1934 é promulgada em 16 de julho, e nas suas disposições transitórias se previa a ratificação de todos os atos do Governo Provisório realizados até aquela data, surge então a dúvida hermenêutica: o Código de Minas uma vez publicado após a promulgação da Constituição deixava de ser ratificado, sendo assim inconstitucional, visto que não passara por um processo legislativo ordinário? A discussão sobre a validade ou não do Código de Minas polemizou em vários aspectos jurídicos, sobretudo nos fazendários, em um deles, a Fazenda Nacional ajuizou em Pernambuco um executivo fiscal contra Doroteu Araújo & Cia, cobrando-lhes valores referentes a taxas de energia elétrica hidráulica produzida por quedas d'água – o Código de Águas havia sido promulgado e publicado nas mesmas datas do Código de Minas – em sua defesa o querelado arguiu a inconstitucionalidade da cobrança, uma vez que se baseava “em um decreto de nenhuma eficácia jurídica e ser inconstitucional por ter sido oriundo de um poder, que já não tinha competência para fazê-lo”. A querela foi julgada pelo Supremo Tribunal Federal (STF), através do Agravo de Petição nº 7.880 de relatoria do Ministro José Linhares em 1º de junho de 1938, o voto do relator e da maioria dos membros da casa pôs fim na polêmica envolvendo as datas de promulgação e publicação tanto do Código de Minas, como do Código das Águas, deixando claro a constitucionalidade de ambos. Em relação a utilização do vocábulo “Nação” no artigo 5º do Código de Minas, houve relevante debate suscitando a instalação do Regime Res Nullius e não Dominial sobre a propriedade dos bens minerais. Diversos juristas realizaram uma interpretação literal do referido artigo, entendendo que uma vez pertencentes a “Nação”, os bens minerais teriam seu regime de propriedade orientado pelo Res Nullius (coisas comuns), uma vez que não havia a expressa titularidade de tais bens em favor da União. Nota-se que a polêmica envolvendo a titularidade dos bens minerais, se dá “Nação” ou da “União”, percorreu as constituições de 1937, 1946, 1967 e 1969, quando foi definitivamente pacificada pela Constituição de 1988, através do art. 20, inciso IX, quando se definiu claramente que são bens da União os recursos minerais, inclusive os do subsolo.

<sup>10</sup> VIANA, H. R. G. XAVIER, Y. M. de A. “A evolução constitucional do direito de propriedade sobre os recursos minerais no Brasil”. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 790–813, 2024.

<sup>11</sup> Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou

O legislador brasileiro entendeu, desde a constituição de 1934, a importância da revogação do sistema de acessão, estabelecido primeiramente na constituição de 1891, a constituinte seguiu este entendimento e, manteve a separação entre a propriedade do solo e a propriedade do subsolo, indicando a União como única detentora dos recursos minerais do subsolo brasileiro, no entanto, o superficiário tem garantida a participação nos resultados da mineração. O que pode ser visto como um resquício do regime de acessão ou como um instrumento econômico para estimular o proprietário a colaborar com a atividade mineradora.

Percebe-se um esforço nacional nas últimas décadas na busca de uma gestão ambiental capaz de minimizar impactos de atividades econômicas que possam alterar o equilíbrio dos nossos ecossistemas, esforço este caracterizado em vários aspectos, como a criação de órgãos, a exemplo do ICMBio<sup>12</sup>, e evolução nas regulamentações.

No que tange à atividade mineradora, a Lei Nº 14.066 de 30 de setembro de 2020, tornou-se o novo marco regulatório para atividade mineradora no Brasil, ela atualiza e consolida diversas normas anteriores<sup>13</sup>, visando aumentar a segurança operacional e a sustentabilidade ambiental das atividades de mineração. A lei estabelece critérios mais rígidos para o licenciamento ambiental, aprimora os mecanismos de fiscalização e controle, e incentiva a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes. Além disso, promove a transparência e a responsabilidade social das empresas mineradoras, exigindo planos de fechamento de mina e recuperação ambiental detalhados. A relevância desta lei reside em seu potencial para alinhar o setor mineral brasileiro às melhores práticas internacionais, contribuindo para a segurança energética e a proteção ambiental, ao mesmo tempo em que fortalece a competitividade do Brasil no mercado global de minerais críticos, essenciais para a transição para uma economia de baixo carbono.

Dessa forma, a partir de alterações legislativas, das pressões geopolíticas por minérios críticos para transição energética e da necessidade de respostas rápidas para o dinamismo na busca de soluções viáveis técnica, ecológica e juridicamente para a redução de emissão de carbono na atmosfera, uma área de pesquisa relacionada ao direito minerário necessita se desenvolver no cenário nacional. A partir disso, surge a problemática: o que tem sido produzido sobre regulação do setor mineral para fins de transição energética na academia brasileira, notadamente nos programas de pós-graduação stricto sensu?

Neste contexto, esse artigo tem como objetivo geral analisar e mapear a produção acadêmica presente no Catálogo de Teses & Dissertações da CAPES, relacionada ao direito minerário e a transição energética, a fim de compreender as principais tendências e lacunas na pesquisa sobre esse tema.

Para alcançar os objetivos propostos, o artigo está estruturado em quatro partes principais: a primeira descreve os procedimentos metodológicos adotados; a segunda apresenta comentários sobre o direito minerário e a transição energética; a terceira envolve a apresentação e análise dos dados e resultados; e, por fim, a quarta parte oferece as considerações finais.

---

aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra. BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

<sup>12</sup> O ICMBio foi criado pela Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, durante o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva. Essa lei foi parte de um conjunto mais amplo de reformas destinadas a fortalecer a estrutura institucional do país para lidar com questões ambientais. A criação do ICMBio também foi vista como uma resposta à necessidade de melhorar a eficiência e a eficácia na gestão das unidades de conservação, que até então estavam sob a responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

<sup>13</sup> A Lei nº 14.066/20 alterou a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), alterou Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989 criadora do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), alterou a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o alterou o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

## 2. Procedimento metodológicos aplicados<sup>14</sup>

O procedimento adotado no presente estudo foi o de pesquisa bibliográfica<sup>15</sup>, pois seu desenvolvimento está apoiado em fontes de evidência relacionadas a esse tipo de material. A técnica de pesquisa bibliográfica adotada foi o "estado do conhecimento"<sup>16</sup>, que permite ao pesquisador mapear o que foi produzido sobre um determinado tema. Esta abordagem evidencia as tendências, identifica lacunas no conhecimento existente e analisa como os eventos impactam a produção científica.

Com relação aos seus objetivos, a pesquisa pode ser considerada exploratória<sup>17</sup>, uma vez que busca proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e construindo hipóteses. Este tipo de pesquisa é especialmente útil em áreas pouco exploradas, ajudando a identificar padrões, levantar questões pertinentes e direcionar estudos futuros.

Após a definição do protocolo metodológico inspirado nas diretrizes do PRISMA<sup>18</sup>, foi decidido que o catálogo de teses e dissertações da CAPES<sup>19</sup> serviria como a principal base de pesquisa para a investigação. Esta escolha se fundamenta no fato

<sup>14</sup> O protocolo de pesquisa adotado nesta pesquisa se inspirou no PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*) que foi desenvolvido por um grupo internacional de pesquisadores e especialistas. Consistiu em uma evolução do QUOROM (*Quality of Reporting of Meta-analyses*). O PRISMA é uma diretriz desenvolvida para garantir a transparência e a qualidade na apresentação de revisões sistemáticas e meta-análises na literatura científica. O PRISMA prever quatro fases: (i) identificação, (ii) triagem, (iii) elegibilidade e (iv) inclusão. Durante a fase de identificação se define as bases de dados que serão pesquisadas para a obtenção de artigos, bem como os "strings" de palavras-chave e seus sinônimos, que atuam como os termos de busca. As "strings" de palavras-chave, no contexto do PRISMA, compreendem conjuntos de termos relevantes utilizados para conduzir buscas sistemáticas em bases de dados bibliográficas durante o processo de revisão sistemática ou meta-análise. Essas "strings" devem ser selecionadas meticulosamente para assegurar a captura de todas as informações pertinentes relacionadas ao tema da revisão durante a busca nas bases de dados. Normalmente, essas "strings" abarcam sinônimos, termos relacionados e variações linguísticas relevantes para o assunto em questão. A fase de triagem envolve a revisão dos títulos e resumos dos estudos para determinar sua relevância inicial para a revisão. Na fase de elegibilidade, os pesquisadores realizam uma avaliação mais detalhada dos estudos selecionados durante a triagem inicial. Eles revisam o texto completo dos estudos para determinar se atendem aos critérios de inclusão pré-estabelecidos. Por fim, na fase de inclusão, os estudos que atendem aos critérios são incluídos na meta-análise.

<sup>15</sup> De acordo com Antônio Carlos Gil são quatro os tipos de procedimentos utilizados na pesquisa social: (i) pesquisa bibliográfica; (ii) pesquisa documental; (iii) pesquisa experimental e (iv) pesquisa ex-post-facto. GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008

<sup>16</sup> A revisão bibliográfica do tipo estado do conhecimento são "Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. Também são reconhecidas por realizarem uma metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado". FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". Educação & Sociedade, Campinas, v. 23, n. 79, ago. 2002, p. 258.

<sup>17</sup> GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008, p. 27.

<sup>18</sup> Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement." *PLOS Med*, 6(7), 2009.

<sup>19</sup> Disponível no link: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

de que o catálogo reúne dados extensivos e atualizados provenientes dos programas de pós-graduação *stricto sensu* de instituições de ensino superior de todo o Brasil, proporcionando uma fonte sólida, confiável e abrangente para a análise das produções acadêmicas relacionadas ao tema.

Na fase de identificação definiu as seguintes strings de busca: "direito minerário" + "marco regulatório"; "direito minerário" + "marco legal"; "direito minerário" + "transição energética"; "mineração" + "transição energética"; "mineração" + "marco regulatório"; "mineração" + "marco legal"; "mineração" + "regulação", não se estabeleceu o filtro por área, por entender que o tema "transição energética" ser transversal, optando-se por selecionar trabalhos relevantes a pesquisa na fase de triagem.

Durante a fase de identificação, foram observados 228 trabalhos, entre teses e dissertações, utilizando as strings de pesquisa definidas. Na fase seguinte, de triagem, foram excluídas 133 publicações do banco de dados após a leitura dos seus títulos, os quais indicavam temáticas muito distintas do objeto desta investigação. Notou-se que o termo "mineração" foi frequentemente utilizado em pesquisas na área de tecnologia da informação, referindo-se à mineração de dados, um termo amplamente empregado atualmente nesta área. Além disso, a combinação de termos correlatos como "minerais" e "energética" resultou em estudos na área da biologia animal, o que influenciou a busca e gerou resultados não relevantes para o foco da pesquisa.

As fases de elegibilidade e inclusão se apoiaram em uma planilha<sup>20</sup> produzida para reunir os 95 trabalhos que passaram pela triagem. As linhas da planilha foram organizadas com as seguintes: (i) autoria, (ii) título, (iii) grupo temático, (iv) ano, (v) nível acadêmico (mestrado ou doutorado), (vi) orientador/a, universidade do autor/a, (vii) tipo de universidade (pública ou privada), (viii) área de concentração do programa, (ix) região, (x) palavras-chave, (xi) disponibilidade para download do trabalho em arquivo pdf e (xii) strings correlacionadas.

Os dados de 28 teses de doutorado e 67 dissertações de mestrado foram organizados em uma planilha e classificados em nove grupos temáticos distintos:

Grupo 1 – Impacto Social: Agrupa trabalhos que abordam análises das repercussões da atividade mineradora nas comunidades, investigando tanto efeitos positivos quanto negativos.

Grupo 2 – Impacto em Comunidades Tradicionais: Reúne publicações que tratam da influência da mineração em comunidades tradicionais, com destaque para povos indígenas e suas formas de vida.

Grupo 3 – Segurança Energética: Engloba estudos focados na análise da transição energética e nos desafios relacionados ao suprimento de minérios críticos necessários para essa transição.

Grupo 4 – Impacto Ambiental: Inclui pesquisas que analisam as repercussões ambientais da atividade mineradora, considerando aspectos como poluição, degradação e conservação ambiental.

Grupo 5 – Regulação: Agrupa trabalhos que examinam os aspectos jurídicos do setor mineral e seu marco regulatório, avaliando a eficácia e os desafios das leis vigentes.

Grupo 6 – Economia e Tributação: Reúne estudos sobre aspectos econômicos, tributários e de estratégias de mercado no setor mineral, abordando temas como competitividade e políticas fiscais.

Grupo 7 – Contextualização Histórica: Agrupa trabalhos focados na descrição e análise histórica da atividade de mineração no Brasil, explorando sua evolução e impacto ao longo do tempo.

---

<sup>20</sup> A planilha e a organização em grupos temáticos foram inspiradas no trabalho de Costa Vale & Oliveira Moreira, o que possibilitou excelente rastreabilidade e organização dos dados. COSTA VALE, P. A.; OLIVEIRA MOREIRA, T. **Migrants' human rights in Brazil: state of the art**. Cadernos de Direito Actual, [S. l.], n. 24, p. 56–70, 2024.

Grupo 8 – Tecnologia: Inclui estudos cujo foco principal é o enfrentamento de desafios tecnológicos no setor mineral, investigando inovações e melhorias nos processos minerários.

Grupo 9 – Geopolítica: Agrupa estudos com enfoque nas repercussões geopolíticas das atividades de mineração.

Esses grupos temáticos permitem uma análise organizada e abrangente dos diversos aspectos relacionados aos estudos levantados, destacando seu caráter multifacetado. Isso leva a uma conclusão preliminar: a mineração e a transição energética são temas que envolvem toda a sociedade. O direito desempenha um papel fundamental na equalização dessas demandas, garantindo que as atividades mineradoras sejam conduzidas de maneira sustentável e equitativa, atendendo às necessidades econômicas, sociais e ambientais.

### **3. Mineração e transição energética: capilaridade social, ambiental, econômica e geopolítica**

Para Darcy Ribeiro o estado de Minas Gerais foi o “nó que atou o Brasil e fez dele uma coisa só”<sup>21</sup>. Percebe-se nos estudos do célebre antropólogo brasileiro nascido em Montes Claros – MG, que o processo de articulação econômica no início do século XVIII entre as diversas regiões da colônia portuguesa, se deu nos territórios dos atuais estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso decorrente da atividade mineradora com a exploração do ouro (1701-1780) e em seguida de diamantes (1740-1828), assim, pode-se com a devida vênia, discordar de tão grande brasileiro, afirmando que não foi Minas que atou o Brasil, mas “as Minas”, ou seja, a Mineração<sup>22</sup>.

Celso Furtado, economista paraibano e um dos mais destacados intelectuais do país do século XX, apontou em uma das suas relevantes obras, “Formação Econômica do Brasil”<sup>23</sup>, que a produção brasileira de ouro no século XVIII superou o total da produção espanhola em toda as suas colônias americanas ao longo dos séculos XVI e XVII, o que demonstra a magnitude alcançada pela mineração de ouro no interior da colônia na época.

Do século XVIII até os dias atuais a mineração ocupa lugar de destaque na vida brasileira, reverberando sua influência na economia, educação<sup>24</sup>, ciência, tecnologia, cultura e emprego. A mineração no Brasil está presente em 2.699 municípios (48% dos municípios brasileiros), ocupando apenas 0,06% do território nacional, onde explorou no ano de 2022, um total de 91 tipologias minerais com uma produção estimada de 1,05 bilhão de toneladas, envolvendo mais de 7.300 empresas e microempreendedores individuais, sendo responsável pela geração de mais de 204 mil empregos diretos e 2,25 milhões de empregos ao longo da cadeia e mercado, além de um faturamento anual de R\$ 250 bilhões<sup>25</sup>.

<sup>21</sup> RIBEIRO, Darcy. O Povo Brasileiro. São Paulo: Companhia das Letras, 2008, p. 138.

<sup>22</sup> VIANA, Herbert Ricardo Garcia. XAVIER, Yanko Marcus de Alencar. A evolução constitucional do direito de propriedade sobre os recursos minerais no Brasil. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 790–813. 2024.

<sup>23</sup> FURTADO, Celso. Formação Econômica do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

<sup>24</sup> A primeira escola de engenharia de minas do mundo foi criada na França em 1778, a *École des Mines*, 97 anos depois, no Brasil o decreto n. 6.026, de 6 de novembro de 1875 cria a Escola de Minas em Ouro Preto, Minas Gerais, com o objetivo de preparar engenheiros para a exploração das minas e para os estabelecimentos metalúrgicos.

<sup>25</sup> IBRAM. Desempenho da mineração tem queda em 2022, mas setor cria mais empregos e aumentará investimentos para US\$ 50 bi até 2027. Portal da Mineração, 2023, acessado em 26/10/2023 através do link: <https://ibram.org.br/noticia/desempenho-da-mineracao-tem-queda-em-2022-mas-setor-cria-mais-empregos-e-aumentara-investimentos-para-us-50-bi-ate-2027/>.

Os recursos minerais têm historicamente um caráter estratégico para as nações ao redor do mundo, levando os países a regulamentarem com rigor a propriedade e exploração desses recursos. Apenas um número extremamente reduzido de países permite a apropriação privada dos recursos minerais<sup>26</sup>. A maioria das nações opta por um modelo em que a exploração é realizada pelo ente público ou mediante concessão para exploração por entes privados. Este enfoque visa assegurar que a riqueza mineral beneficie o interesse público e a economia nacional, refletindo a importância crítica desses recursos para o desenvolvimento e a segurança econômica.

As riquezas minerais e sua importância estratégica para os países variam significativamente de mineral para mineral, refletindo as necessidades e contextos históricos de cada época. No século XVIII, a prata e o ouro eram os minérios críticos devido à teoria do metalismo<sup>27</sup>, que associava a riqueza nacional à posse de metais preciosos. No início do século XX, o minério de ferro e o manganês tornaram-se minérios críticos, especialmente com o aumento da demanda por material bélico decorrente da Primeira Guerra Mundial. A descoberta de grandes jazidas de minério de ferro e manganês em 1908 no estado de Minas Gerais<sup>28</sup> teve um impacto significativo na política e legislação brasileiras, evidenciando a relevância estratégica desse recurso para o país. A importância ao longo dos séculos dos chamados minérios críticos moldou a geopolítica global e influenciou diretamente as decisões econômicas e legislativas das nações nas diversas épocas.

O século XXI descortina para os países o maior desafio que a humanidade enfrentou até então, o aquecimento global e as mudanças climáticas drásticas. A superação dos desafios associados a esse momento da vida humana, passa por diversos fatores, mas sobretudo a redução da emissão de gases de efeito estufa, para tanto um dos maiores esforços repousa na transição no uso de energia com base em combustíveis fósseis, para uma com base em fontes renováveis e que

---

<sup>26</sup> ATHIAS, Daniel Tobias. Regulação e royalties de minério e petróleo: análise comparativa Brasil e Estados Unidos. São Paulo: Editora D'Plácido, 2020.

<sup>27</sup> O termo "metalismo" foi cunhado por Georg Friedrich Knapp (1842-1926) economista alemão conhecido por suas contribuições para a teoria monetária. Ele desenvolveu a teoria do "chartalismo" ou "teoria da moeda estatal", teoria esta antimetalista, que argumenta que o valor da moeda não é intrinsecamente ligado a qualquer substância física (como ouro ou prata), mas é, em vez disso, derivado da aceitação da moeda pelo governo como meio de pagamento para impostos e outras obrigações.

<sup>28</sup> Em 10 de janeiro de 1907 o Decreto 6.323 cria o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, no ano seguinte, o recém criado órgão apresenta um estudo sobre as reservas em Minas Gerais de minério de ferro e manganês, atestando segundo Figueirôa (1997), reservas na ordem de 4 milhões de toneladas de minério de ferro com um teor de 65% de Fe e, 1,7 milhão de toneladas de manganês a 50% de teor, descoberta para época de relevante impacto, pois representava 25% das reservas mundiais até então conhecidas. Segundo Machado & Figueroa (2020), em 1909 "vários grupos estrangeiros passaram a adquirir terras em Minas Gerais, as quais continham no subsolo jazidas de minério de ferro". A combinação do estudo sobre reservas de minério do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil de 1908, com o art. 72 da Constituição de 1891 que dava ao superficiário pleno direito de usufruo sobre os recursos minerais do subsolo, atraiu o interesse estrangeiro no início do século XX sobre as jazidas do país. Diversos movimentos surgiram para proteger o interesse nacional sobre os recursos minerais. Um exemplo notável foi a majoração do imposto de exportação do minério de ferro, instituída por Artur Bernardes em 1918, quando ele assumiu o governo de Minas Gerais. Paralelamente, Bernardes implementou uma significativa redução no imposto, quase cem vezes menor, para as empresas que instalassem usinas siderúrgicas no estado. Essa política visava estimular o desenvolvimento da indústria siderúrgica local, protegendo e promovendo o uso estratégico dos recursos minerais do Brasil, ao mesmo tempo em que limitava a exportação bruta de minério de ferro, incentivando o processamento e agregação de valor internamente. FIGUEROA, S. F. de M. As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934. São Paulo: Hucitec, 1997. MACHADO, Iran. FIGUEROA, Silvia. História da Mineração Brasileira. Curitiba: Editora CRV, 2020, p. 149.



possibilitem saldo positivo entre a emissão e o sequestro de carbono na atmosfera. Um dos eixos da chamada transição energética passa necessariamente no uso de artefatos como baterias, painéis solares, geradores eólicos etc, o que leva ao aumento de demanda de minérios, que passaram a ser críticos para essa nova fase da história humana.

O século XXI apresenta um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade: o aquecimento global e as mudanças climáticas drásticas. Superar esses desafios envolve uma série de fatores, entre os quais a redução das emissões de gases de efeito estufa se destaca como prioridade. Para isso, é fundamental a transição do uso de combustíveis fósseis para fontes de energia renovável que possam proporcionar um saldo positivo entre a emissão e o sequestro de carbono na atmosfera.

A transição energética é crucial e depende significativamente da adoção de tecnologias como baterias, painéis solares, e geradores eólicos. Esses artefatos são essenciais para a geração e armazenamento de energia limpa, mas também implicam um aumento na demanda por minérios específicos, que se tornaram críticos para esta nova fase da história<sup>29</sup>.

Os chamados minérios críticos para a transição energética atualmente incluem elementos como lítio, cobalto, níquel, terras raras<sup>30</sup>, cobre, e grafite. Esses minérios são essenciais para a produção de tecnologias de energia renovável e armazenamento de energia, como baterias de íon-lítio, turbinas eólicas, e painéis solares.

A diversidade na distribuição dos minérios críticos ao longo da crosta terrestre adiciona um componente geopolítico significativo à equação da transição energética. Esses minérios, não estão uniformemente distribuídos, o que resulta em uma concentração de recursos em determinados países e regiões. Tal concentração pode criar dependências estratégicas e influenciar relações internacionais, pois os países que possuem essas reservas têm uma vantagem competitiva e geopolítica considerável.

As maiores reservas de lítio estão localizadas no Triângulo do Lítio, que abrange partes da Argentina, Bolívia e Chile. A Austrália também possui grandes depósitos de lítio<sup>31</sup>. O maior produtor de cobalto é a República Democrática do Congo (RDC), que é responsável por cerca de 70% da produção mundial. A dependência da RDC, um país marcado por instabilidade política e problemas sociais, coloca desafios significativos para a cadeia de suprimentos global e levanta preocupações éticas e de sustentabilidade<sup>32</sup>. A China domina a produção e o fornecimento de terras raras, controlando mais de 60% da produção mundial. Isso dá à China uma posição geopolítica forte, influenciando políticas comerciais e industriais globais. Outros países, como os EUA, estão buscando diversificar suas fontes de terras raras para reduzir essa dependência<sup>33</sup>. Chile e Peru são os maiores produtores de cobre. Este metal é vital para as redes elétricas e a eletrificação geral das infraestruturas. A

---

<sup>29</sup> GIELEN, Dolf. Critical minerals for the energy transition. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2021.

<sup>30</sup> As terras raras são um grupo de 17 elementos químicos da tabela periódica, especificamente os 15 elementos do grupo dos lantanídeos, além do escândio e do ítrio. Esses elementos são chamados de "terras raras" porque, historicamente, eram difíceis de se encontrar em concentrações economicamente viáveis para extração. Os elementos das terras raras incluem: Lantânio (La), Cério (Ce), Praseodímio (Pr), Neodímio (Nd), Promécio (Pm), Samário (Sm), Európio (Eu), Gadolínio (Gd), Térbio (Tb), Disprósio (Dy), Hólmio (Ho), Érbio (Er), Túlio (Tm), Ítérbio (Yb), Lutécio (Lu), Escândio (Sc) e Ítrio (Y).

<sup>31</sup> US GEOLOGICAL SURVEY. Mineral commodity summaries 2020. US Geological Survey, 2020.

<sup>32</sup> DEBERDT, Raphael. Responsible sourcing and the (in) visibilization of Congo's artisanal cobalt miners in the age of the green energy transition. Tese de Doutorado. University of British Columbia, 2023.

<sup>33</sup> MANCHERI, Nabeel A. et al. Effect of Chinese policies on rare earth supply chain resilience. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 142, p. 101-112, 2019.

estabilidade política e econômica desses países é crucial para a segurança do abastecimento global de cobre<sup>34</sup>.

Além dos desafios geopolíticos, e a eles associados, as questões de regulação em âmbito nacional e internacional, existem as necessidades de inovação tecnológica. Métodos mais eficientes de extração e processamento são necessários para minimizar o impacto ambiental. Isso inclui o desenvolvimento de tecnologias que utilizam menos água e energia e que reduzem a emissão de gases de efeito estufa. A reciclagem de baterias e outros componentes tecnológicos pode ajudar a reduzir a demanda por novos materiais. Pesquisas avançadas em reciclagem e reuso são cruciais para estabelecer uma economia circular nesses setores<sup>35</sup>. O Desenvolvimento alternativas aos minérios críticos, como baterias que utilizam materiais mais abundantes, pode aliviar a pressão sobre as reservas globais e reduzir os riscos geopolíticos. Inovações em baterias de sódio-íon e tecnologias de armazenamento de energia de estado sólido são exemplos promissores.

Outras pressões sobre o tema, como o impacto social e ambiental, sempre acompanharam a atividade de mineração ao longo do tempo, sendo mais agudas no século XXI. Isso tem levado à implementação de práticas de mineração que busquem minimizar a degradação ambiental e promover a recuperação dos ecossistemas afetados. Tais práticas incluem a gestão adequada de resíduos e a proteção da biodiversidade local, elementos essenciais para uma operação sustentável<sup>36</sup>.

As empresas também devem garantir condições de trabalho seguras e justas, especialmente em países em desenvolvimento, onde a mineração pode estar associada a violações de direitos humanos. A transparência nas cadeias de suprimentos e o envolvimento das comunidades locais são fundamentais para construir confiança e promover práticas responsáveis<sup>37</sup>.

Além disso, os governos têm um papel crucial na criação e aplicação de regulamentos rigorosos que incentivem a sustentabilidade e a responsabilidade social, especialmente junto às comunidades tradicionais. Essas comunidades, muitas vezes localizadas em territórios remotos ricos em recursos minerais, são particularmente vulneráveis aos impactos da mineração<sup>38</sup>. Políticas eficazes devem garantir que essas populações sejam protegidas e que seus direitos sejam respeitados.

Observa-se que os grupos temáticos elencados na seção 2 percorrem as diversas pressões que a relação entre minérios de recursos críticos e a transição energética precisa superar. Esses grupos abordam questões sociais, ambientais, econômicas, jurídicas e geopolíticas, buscando encontrar caminhos eficazes e harmoniosos para a implementação da transição energética. A análise dessas pressões permite compreender as múltiplas facetas do desafio contemporâneo de equilibrar o desenvolvimento sustentável com a exploração mineral.

A partir desses pontos, é importante analisar o estado do conhecimento dos programas de pós-graduação brasileiros em relação a esse enfrentamento. Essa análise possibilita identificar as tendências, lacunas e avanços nas pesquisas acadêmicas, fornecendo uma visão abrangente sobre como os acadêmicos estão contribuindo para a resolução dos desafios da transição energética no Brasil.

---

<sup>34</sup> US GEOLOGICAL SURVEY. Mineral commodity summaries 2020. US Geological Survey, 2020.

<sup>35</sup> HARPER, Gavin et al. Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *nature*, v. 575, n. 7781, p. 75-86, 2019.

<sup>36</sup> MANCINI, Lucia et al. Mapping the role of raw materials in sustainable development goals. *A Preliminary Analysis of Links, Monitoring Indicators, and Related Policy Initiatives*, v. 3, p. 1-9, 2019.

<sup>37</sup> SOVACOO, Benjamin K. et al. Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*, v. 367, n. 6473, p. 30-33, 2020.

<sup>38</sup> ZVARIVADZA, Tawanda. Artisanal and Small-Scale Mining as a challenge and possible contributor to Sustainable Development. *Resources Policy*, v. 56, p. 49-58, 2018.

#### **4. Estado do conhecimento de 1996 a 2023: análise das produções acadêmicas e suas características gerais**

Observa-se que a primeira produção disponível no banco de dados tem início no ano de 1996, importante ressaltar que não houve na busca na fase de identificação nenhuma limitação temporal sobre as publicações.

Nota-se um aumento significativo na produção entre os anos de 2002 e 2012, com uma média 160% superior à do período entre 1996 e 2001, e 210% superior à do período entre 2013 e 2023. Este aumento na produção pode ser atribuído ao último superciclo de minérios, iniciado por volta de 2001, impulsionado pelo crescimento da China e sua demanda crescente por recursos naturais para suportar o desenvolvimento industrial e urbano. Durante este período, houve aumentos expressivos nos preços do minério de ferro, cobre e outros metais, seguidos por uma desaceleração e correção após a crise financeira global de 2008-2009<sup>39</sup>.

Quando se analisa o critério da procedência institucional, observa-se que a rede pública apresenta uma produção significativamente mais robusta do que a rede privada, sendo responsável por 82,11% dos trabalhos produzidos. Quando o recorte é feito pelo nível da pós-graduação, a representatividade da rede pública aumenta ainda mais no caso das teses de doutorado, atingindo 93,86%.

Ao analisar a distribuição geográfica dos trabalhos por região do país, verifica-se que a região Sudeste concentra o maior número de produções, representando 62,11% do total, quase dois terços das publicações do país, influenciada pela tradição minerária do estado de Minas Gerais, sendo as universidades desse estado responsáveis por mais de 25% dos estudos no Brasil. A região Centro-Oeste é a segunda maior produtora, com 11,58%, seguida pelo Nordeste e Sul, ambos com 9,47%, e, por fim, a região Norte, com 7,37%. Apesar de ser uma das regiões mais impactadas pela mineração e suas relações com o meio ambiente e povos tradicionais, a produção acadêmica na região Norte é menor. Isso se deve ao fato de que apenas duas universidades, a UFPA<sup>40</sup> e a UFRA<sup>41</sup>, ambas localizadas no estado do Pará, apresentaram trabalhos nas publicações selecionadas, enquanto os demais estados da região não figuram nos estudos publicados.

Em relação a área de concentração dos trabalhos. A pesquisa revelou que, até o momento, não há nenhum programa de pós-graduação no Brasil com área de concentração dedicada especificamente ao estudo do direito minerário ou à mineração associada à transição energética. A área mais próxima dessa temática é a do curso de mestrado da Escola Naval de Guerra, com foco em "Defesa, Governança e Segurança Marítimas", e o curso de mestrado na PUC de São Paulo, que aborda a "Governança Global e Formulação de Políticas Internacionais".

É importante comentar sobre as palavras-chave dos trabalhos, pois sua análise pode evidenciar a abrangência da pesquisa, permitindo a visualização do tema para além do título. Os termos "ambiental", "regulação", "marco" e "regulatório" são os mais recorrentes, seguidos por "minerária" e "sustentabilidade". Destacam-se também subtemas na nuvem de palavras, como "barragem", "desastre" e "fundão", indicando pesquisas sobre os riscos associados a barragens, possivelmente

---

<sup>39</sup> A crise financeira global de 2008-2009 foi desencadeada pela bolha imobiliária nos Estados Unidos e pela crise de crédito subprime, resultando em uma recessão global, aumento do desemprego e crises financeiras em todo o mundo. Governos responderam com pacotes de resgate financeiro e reformas regulatórias para fortalecer o sistema financeiro global e evitar crises futuras. Esta crise destacou a necessidade de uma supervisão financeira mais rigorosa e uma gestão mais cuidadosa do risco. REINHART, Carmen M.; ROGOFF, Kenneth S. *This time is different: Eight centuries of financial folly*. Princeton University Press, 2009.

<sup>40</sup> Universidade Federal do Pará.

<sup>41</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia.

influenciadas pelos rompimentos das barragens do Fundão em Mariana/MG (2015)<sup>42</sup> e da barragem B1 em Brumadinho/MG (2019)<sup>43</sup>. Observa-se ainda subtemas como "lítio", "terras raras" e "energética", sugerindo a preocupação dos pesquisadores em investigar minérios críticos e seu papel na transição energética.

Para facilitar a compreensão dos temas mais estudados e das lacunas de pesquisa identificadas, os trabalhos foram categorizados em nove grupos temáticos detalhados na seção 2 (procedimentos metodológicos). Embora um único trabalho pudesse potencialmente se enquadrar em mais de um grupo temático, optou-se por alocar cada estudo no grupo que melhor reflete seu objetivo principal, visando assegurar precisão e clareza na análise dos resultados.

O grupo temático com o maior número de trabalhos foi o "Grupo 2 – Impacto Ambiental", que concentrou 25,26% das produções. Este grupo aborda os impactos ambientais causados pela mineração em suas operações. Nas produções de pós-graduação, destaca-se o esforço acadêmico na análise dos impactos ambientais decorrentes da atividade mineradora, incluindo investigações sobre novas questões surgidas da demanda por minérios críticos na transição energética. Notou-se que 20,33% dos trabalhos no Grupo 2 exploraram conexões com a área do direito (regulação), com temas relativos à proteção de direitos e governança estatal, enquanto os demais abordaram processos internos de empresas mineradoras.

O grupo temático "Grupo 8 – Tecnologia" é o segundo maior em número de trabalhos, representando 23,16% das teses e dissertações publicadas. Este grupo inclui pesquisas nos campos de geologia, mineralogia e tratamentos industriais de minérios, refletindo o esforço da academia brasileira em direção à melhoria contínua dos processos de extração e beneficiamento mineral. Vale destacar que mais de 80% dos trabalhos analisados se preocupam com os princípios da economia circular, desenvolvendo tecnologias que utilizam menos água e energia, além de promoverem o reaproveitamento de resíduos da atividade mineradora.

O "Grupo 5 – Regulação" é o terceiro mais prolífico em termos de trabalhos publicados, representando 17,89% do total. Destaca-se que a maior incidência de produções ocorre a partir de 2013, com quase 65% dos trabalhos desse grupo temático sendo produzidos entre 2013 e 2023. As discussões iniciadas com o envio da proposta para um novo código de mineração ao Congresso Nacional pelo governo federal, o Projeto de Lei nº 5.807/2013 (conhecido como o "novo marco regulatório da mineração"), e a subsequente promulgação da Lei Nº 14.066 em 30 de setembro de 2020<sup>44</sup>, impulsionaram os estudos observados nessa investigação.

Os grupos temáticos "Grupo 6 – Economia e Tributação" e "Grupo 1 – Impacto Social" também se destacam entre os mais produtivos, representando, respectivamente, 11,58% e 10,53% do total de publicações. No Grupo 6, observa-se uma significativa importância nos estudos sobre a tributação específica do setor

---

<sup>42</sup> O rompimento da barragem do Fundão em Mariana/MG, operada pela Samarco (uma joint venture entre Vale e BHP Billiton), ocorreu no dia 5 de novembro de 2015, ocasionando a morte de 19 pessoas e o vazamento de aproximadamente 43,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério.

<sup>43</sup> O rompimento da barragem B1 em Brumadinho/MG, operada pela Vale, ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019, ocasionando a morte de 272 pessoas e o vazamento de aproximadamente 12,0 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério.

<sup>44</sup> BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, para estabelecer a Política Nacional de Segurança de Barragens e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. 2020.

mineral, como o CFEM (royalties)<sup>45</sup> e o ICMS<sup>46</sup>. Mais de 45% dos trabalhos nesse grupo discutem e investigam a tributação dessas contribuições, refletindo a complexidade do sistema tributário brasileiro, que também afeta o setor de mineração.

Já o Grupo 1 foca nos impactos sociais gerados pelas atividades de mineração. A maioria dos trabalhos, 40% do total no Grupo 1, possui um caráter reativo, estudando situações já ocorridas e investigando seus efeitos a posteriori. Em contraste, 20% dos trabalhos abordam a temática do “fechamento de minas” e como mitigar os impactos sociais decorrentes da exaustão dos depósitos minerais, adotando assim uma postura proativa e propositiva nos estudos acadêmicos apresentados.

O “Grupo 7 – Contextualização Histórica” representa 5,26% do total de produções acadêmicas analisadas. Os trabalhos desse grupo investigam a influência da economia e da atividade mineral na cultura e na formação de diversas regiões e localidades brasileiras, oferecendo uma perspectiva histórica sobre o desenvolvimento socioeconômico impulsionado pela mineração.

Apesar de não ser o mais numeroso, o grupo temático “Grupo 2 – Impacto em Comunidades Tradicionais” vem ganhando importância nos últimos anos, representando 4,21% do total de trabalhos analisados. Todos os trabalhos desse grupo foram publicados a partir de 2010, e 100% deles abordam a temática indígena. Um aspecto interessante é que 75% das produções nesse grupo estão concentradas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, que possuem os maiores contingentes indígenas<sup>47</sup>, com 44,48% e 31,22% da população indígena do país, respectivamente.

Essa concentração regional reflete a maior presença de comunidades indígenas no Norte e Nordeste, destacando a relevância dos estudos sobre os impactos em comunidades tradicionais nessas áreas. As pesquisas demonstram um crescente interesse acadêmico em entender e mitigar os efeitos das atividades econômicas e políticas com base mineral sobre as populações indígenas, que são fundamentais para a diversidade cultural e a sustentabilidade ambiental do Brasil.

Os grupos temáticos “Grupo 3 – Segurança Energética” e “Grupo 9 – Geopolítica” são de menor expressão na base de dados, representando cada um apenas 1,05% do total de publicações. Esses dados sugerem uma lacuna nos estudos acadêmicos em duas áreas críticas para os desafios do século XXI relacionados à mineração e à transição energética.

A segurança energética envolve garantir um fornecimento estável e sustentável de energia, fundamental para o desenvolvimento econômico e social. A mineração desempenha um papel estratégico nesse contexto, fornecendo os recursos minerais necessários para a produção de energia, especialmente no cenário da transição para fontes renováveis. Já a geopolítica abrange a influência da distribuição e do controle

---

<sup>45</sup> Os royalties na mineração brasileira são regulamentados pela Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), que é um tributo específico destinado a compensar os estados e municípios pela exploração de recursos minerais em seus territórios. A CFEM foi criada para assegurar que parte da riqueza gerada pela mineração seja revertida em benefícios para a sociedade, particularmente nas regiões onde a atividade mineradora ocorre. A CFEM foi instituída pela Constituição Federal de 1988 e regulamentada pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. A legislação que rege a CFEM foi atualizada e consolidada pela Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017.

<sup>46</sup> O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um dos principais tributos estaduais no Brasil, de competência dos estados e do Distrito Federal. As exportações de produtos minerais são isentas de ICMS, conforme a política de incentivo às exportações prevista na Constituição Federal e regulamentada pela Lei Kandir (Lei Complementar nº 87/1996). No entanto, os Estados podem adotar o regime de substituição tributária para a mineração. Nesse regime, o ICMS é recolhido antecipadamente em uma fase anterior da cadeia produtiva

<sup>47</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo Demográfico 2022, disponível no link: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>.

dos recursos minerais nas relações internacionais, sendo vital para compreender as dinâmicas de poder global e os conflitos relacionados aos recursos naturais.

O baixo número de publicações nessas áreas indica a necessidade de maior investimento e foco em pesquisas que possam contribuir para o desenvolvimento de políticas eficazes e sustentáveis, bem como para a compreensão das complexas interações entre mineração, segurança energética e geopolítica. Abordar essas lacunas é essencial para enfrentar os desafios futuros e promover uma transição energética justa e segura.

## 5. Considerações Finais

O levantamento da produção de teses e dissertações sobre a regulação dos minérios críticos para a transição energética, no período de 1996 a 2023, revelou que grande parte dos estudos se concentra na compreensão dos problemas relativos a questões ambientais, tecnológicas, regulatórias, econômicas, tributárias e sociais. A partir de 2010, observou-se uma crescente preocupação com os impactos da atividade mineradora sobre os povos indígenas.

Além disso, identificou-se uma oportunidade significativa para avanços em estudos que explorem as complexas interações entre mineração, segurança energética e geopolítica. Essas áreas são cruciais para enfrentar os desafios contemporâneos e promover uma abordagem mais holística e sustentável no manejo dos recursos naturais. A ampliação do foco acadêmico para incluir essas importantes dimensões podem apoiar na construção de políticas e práticas que abordem de forma eficaz os desafios interconectados do século XXI

A distribuição regional das publicações revelou que a região Sudeste lidera, contribuindo com 62,11% do total, seguida pela região Centro-Oeste com 11,58%. As regiões Nordeste e Sul apresentam ambas 9,47%, enquanto a região Norte contribui com 7,37%. É notável a menor produção acadêmica na região Norte, apesar de ter se tornado a maior produtora mineral brasileira desde a década de 2010.

Observa-se um notável aumento na produção entre 2002 e 2012, com uma média 160% superior à do período de 1996 a 2001, e 210% superior à do período de 2013 a 2023. Esse crescimento pode ser atribuído ao último superciclo de minérios, iniciado por volta de 2001, impulsionado pelo crescimento da China e sua crescente demanda por recursos naturais.

Por fim, é importante destacar a significativa produção proveniente da rede pública, responsável por 82,11% dos trabalhos produzidos.

## Referências

- ATHIAS, D. T., Regulação e royalties de minério e petróleo: análise comparativa Brasil e Estados Unidos. São Paulo: Editora D'Plácido, 2020.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Dispõe sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Senado, 1989.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. Altera a legislação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Senado, 2017.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, para estabelecer a Política Nacional de Segurança de Barragens e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. 2020.
- COSTA VALE, P. A.; OLIVEIRA MOREIRA, T. Migrants' human rights in Brazil: state of the art. *Cadernos de Direito Actual*, [S. l.], n. 24, p. 56–70, 2024.
- DEBERDT, R., Responsible sourcing and the (in) visibilization of Congo's artisanal cobalt miners in the age of the green energy transition. Tese de Doutorado. University of British Columbia, 2023
- FERREIRA, N. S. de A., As pesquisas denominadas "estado da arte". *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 79, ago. 2002.

- FIGUEROA, S. F. de M. As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934. São Paulo: Hucitec, 1997.
- FURTADO, C. Formação Econômica do Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- GIELEN, D. Critical minerals for the energy transition. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2021.
- IBRAM. Desempenho da mineração tem queda em 2022, mas setor cria mais empregos e aumentará investimentos para US\$ 50 bi até 2027. Portal da Mineração, 2023, acessado em 26/10/2023 através do link: <https://ibram.org.br/noticia/desempenho-da-mineracao-tem-queda-em-2022-mas-setor-cria-mais-empregos-e-aumentara-investimentos-para-us-50-bi-ate-2027/>.
- IBGE, Censo Demográfico 2022, disponível no link: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>, 2022.
- GIL, A. C., Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008.
- Harper, G., S., R., K., E., D., L., Slater, P., Stolkin, R., Anderson, P., Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *nature*, 575(7781), 75-86. 2019.
- IRENA., Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. 2018.
- JARA, J. J., LAGOS, G., & TILTON, J. E., Using exploration expenditures to assess the climate for mineral investment. *Resources Policy*, 56, 2008, pp 103-113.
- MACHADO, I. FIGUEROA, S., História da Mineração Brasileira. Curitiba: Editora CRV, 2020
- MANCHERI, N. A., SPRECHER, B., BAILEY, G., GE, J., & TUKKER, A., Effect of Chinese policies on rare earth supply chain resilience. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 2019, pp 101-112.
- MANCINI, L., VIDAL LEGAZ, B., VIZZARRI, M., WITTMER, D., GRASSI, G., & PENNINGTON, D., Mapping the role of raw materials in sustainable development goals. A Preliminary Analysis of Links, Monitoring Indicators, and Related Policy Initiatives, 3, 1-9., 2019.
- MOHER, D., L., A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G., & The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *PLOS Med*, 6(7), 2009.
- NASSAR, N. T., BRAINARD, J., GULLEY, A. L., MANLEY, R., MATOS, G., LEDERER, G., ... & WILBURN, D. R. Evaluating the mineral commodity supply risk of the US manufacturing sector. *Science Advances*, 6(8), 2020.
- REINHART, C. M.; ROGOFF, K. S. This time is different: Eight centuries of financial folly. princeton university press, 2009.
- RIBEIRO, D., O Povo Brasileiro. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
- SÖDERHOLM, P., SÖDERHOLM, K., & VIKLUND, R., Mining, regional development and benefit-sharing in developed countries. *Resources Policy*, 45, 2015, pp 78-91.
- SOVACOOOL, B. K., ALI, S. H., BAZILIAN, M., RADLEY, B., NEMERY, B., OKATZ, J., & MULVANEY, D., Sustainable minerals and metals for a low-carbon future. *Science*, 367(6473), 30-33. 2020.
- US GEOLOGICAL SURVEY. Mineral commodity summaries 2020. US Geological Survey, 2020.
- VIANA, H. R. G. XAVIER, Y. M. de A., A evolução constitucional do direito de propriedade sobre os recursos minerais no Brasil. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 790-813, 2024.
- ZVARIVADZA, T., Artisanal and Small-Scale Mining as a challenge and possible contributor to Sustainable Development. *Resources Policy*, v. 56, p. 49-58, 2018.