

MINERAÇÃO DE TERRAS RARAS NO BRASIL: CONSTRUINDO UM FUTURO MELHOR

RARE EARTH MINING IN BRAZIL: BUILDING A BETTER FUTURE

MINERÍA DE TIERRAS RARAS EN BRASIL: CONSTRUYENDO UN FUTURO MEJOR

Júlio Edstron Secundino Santos¹

DOI: 10.54899/dcs.v22i81.3163

Recibido: 07/08/2025 | Aceptado: 15/08/2025 | Publicación en línea: 04/09/2025.

RESUMO

Esta pesquisa explora o papel transformador da mineração de terras raras (TR) no Brasil como vetor para um futuro próspero e equitativo. Embora o país detenha a segunda maior reserva global desses minerais críticos, o debate público e as políticas atuais frequentemente negligenciam o potencial de verticalização de sua cadeia produtiva, para além da mera exportação de commodities. O presente estudo acadêmico analisa o cenário da extração mineral brasileira e a importância estratégica das terras raras na tecnologia e na transição energética global. Destacamos as vastas reservas da nação e os desafios inerentes ao beneficiamento, como a complexidade metalúrgica e a gestão de resíduos. A metodologia empregada baseou-se em uma revisão bibliográfica abrangente e sistemática, complementada pelo método hipotético-dedutivo. Essas abordagens permitiram explorar como a gestão estratégica e verticalizada desses recursos, alinhada aos preceitos do novo desenvolvimentismo, nosso marco teórico, pode gerar impactos positivos diretos, impulsionando a agregação de valor, a equidade social e a soberania tecnológica. O objetivo geral foi demonstrar o potencial de transformação das terras raras para edificar futuros mais promissores no Brasil, propondo um novo paradigma para o desenvolvimento nacional que transcenda a "maldição dos recursos naturais".

Palavras-chave: Terras Raras no Brasil. Mineração. Estratégia de Desenvolvimento. Novo Desenvolvimentismo. Construção de Futuros Melhores.

ABSTRACT

This research explores the transformative role of rare earth mining in Brazil as a vector for a prosperous and equitable future. Although the country holds the world's second-largest reserves of these critical minerals, public discourse and current policies often overlook the potential for vertical integration of its production chain, beyond mere commodity exports. We analyzed the Brazilian mining scenario and the strategic importance of rare earths in global technology and energy transition. We highlighted the nation's vast reserves and the inherent challenges of beneficiation, such as metallurgical complexity and waste management. The methodology included a comprehensive literature review and the hypothetical-deductive method. These

¹ Controlador-Geral do Município de Palmas, Doutor em Direito pelo Centro Universitário de Brasília (UNICEUB), Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: edstron@yahoo.com.br.

approaches allowed us to explore how the strategic and verticalized management of these resources, aligned with the principles of new developmentalism, can generate direct positive impacts, driving value addition, social equity, and technological sovereignty. The general objective was to demonstrate the transformative potential of rare earths to build better futures for Brazil, proposing a new paradigm for national development that transcends the "resource curse."

Keywords: Rare Earths in Brazil. Mining. Development Strategy. New Developmentalism. Building Better Futures.

RESUMEN

Esta investigación explora el papel transformador de la minería de tierras raras (ER) en Brasil como motor para un futuro próspero y equitativo. Si bien el país posee la segunda mayor reserva mundial de estos minerales críticos, el debate público y las políticas actuales a menudo pasan por alto el potencial de integración vertical de su cadena de producción, más allá de la mera exportación de materias primas. Este estudio académico analiza el panorama de la extracción minera brasileña y la importancia estratégica de las tierras raras en la tecnología y la transición energética global. Destacamos las vastas reservas del país y los desafíos inherentes a su procesamiento, como la complejidad metalúrgica y la gestión de residuos. La metodología empleada se basó en una revisión bibliográfica exhaustiva y sistemática, complementada con el método hipotético-deductivo. Estos enfoques nos permitieron explorar cómo la gestión estratégica y verticalizada de estos recursos, alineada con los preceptos del nuevo desarrollismo, nuestro marco teórico, puede generar impactos positivos directos, impulsando la creación de valor, la equidad social y la soberanía tecnológica. El objetivo general fue demostrar el potencial transformador de las tierras raras para construir un futuro más prometedor en Brasil, proponiendo un nuevo paradigma de desarrollo nacional que trascienda la "maldición de los recursos naturales".

Palabras clave: Tierras raras en Brasil. Minería. Estrategia de desarrollo. Nuevo desarrollismo. Construyendo mejores futuros.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A mineração é a base material da vida moderna, intrinsecamente ligada à nossa existência. Dos alicerces de nossas cidades aos dispositivos tecnológicos mais sofisticados, os recursos terrígenos são fundamentais. No epicentro dessa crescente dependência, emergem as terras raras (TR): dezessete elementos químicos com propriedades magnéticas, eletrônicas e ópticas únicas, essenciais para a tecnologia do futuro e a transição energética global.

O Brasil, com a segunda maior reserva mundial desses minerais críticos, ocupa uma

posição estratégica ímpar, um tesouro amplamente subaproveitado. Esta é uma janela de oportunidade que a nação não apenas não pode perder, mas tem o dever de aproveitar para construir políticas públicas eficientes que moldem o futuro.

Esta pesquisa não se limita a expor o papel da atividade mineradora de terras raras; ela investiga seu potencial transformador para um futuro próspero e equitativo no Brasil. Frequentemente, o debate público restringe-se à dimensão extrativista, ignorando a capacidade de verticalização da cadeia de valor – da mina ao produto final – e as implicações estratégicas para a soberania e o avanço nacional. Buscamos preencher essa lacuna, pois não basta possuir as reservas é preciso criar uma cadeia industrializada.

É crucial converter essa riqueza natural em poder tecnológico, social e econômico duradouro, superando a maldição dos recursos naturais que assola quase todas as nações em desenvolvimento. O domínio de uma cadeia de valor tão estratégica para alta tecnologia, defesa e energia é um dever inadiável para a segurança e autonomia do Brasil do presente e do futuro.

Para desvelar esse potencial, esta seção inicial contextualiza a extração mineral brasileira. As seções seguintes aprofundam o universo das terras raras, suas características, sua importância estratégica global, as vastas reservas do Brasil e os desafios de beneficiamento. A quarta seção, o cerne desta pesquisa, demonstra como a exploração e, crucialmente, o beneficiamento desses recursos impulsionam a agregação de valor, promovem a equidade social e constroem futuros melhores para o país, ancorados no direito fundamental ao desenvolvimento.

A metodologia empregada nesta pesquisa baseou-se em uma revisão bibliográfica abrangente e sistemática, focando em artigos científicos publicados nos últimos quinze anos, relatórios técnicos de agências governamentais (ANM, CPRM, IEA) e estudos de instituições renomadas. As fontes foram acessadas por meio de bases de dados como *Scopus* e *Google Scholar*, utilizando termos como "terras raras Brasil", "mineração estratégica" e "desenvolvimento sustentável" para garantir a atualização e relevância dos dados (SILVA; MENDES, 2022, p. 80).

Complementarmente, adotou-se o método hipotético-dedutivo, partindo da hipótese de que a verticalização da cadeia produtiva de terras raras pode ser um forte impulso para o progresso socioeconômico brasileiro. Essa hipótese foi explorada e fundamentada pela análise crítica dos dados e argumentos presentes na literatura, buscando evidências que a apoiassem, como demonstrado em trabalhos que correlacionam agregação de valor e impacto socioeconômico (GUIMARÃES; ALMEIDA, 2024), permitindo a construção de um panorama robusto e a

proposição de recomendações alinhadas aos objetivos da pesquisa.

O objetivo geral desta pesquisa é, portanto, demonstrar que a mineração de terras raras tem um potencial transformador para edificar futuros mais promissores no Brasil, desde que abordada com uma visão de longo prazo e integrada às necessidades de avanço sustentável do país.

O CENÁRIO DA MINERAÇÃO BRASILEIRA: POTENCIAIS, DESAFIOS E O CONTEXTO RECENTE

A mineração brasileira consolidou-se como um pilar econômico na última década, impulsionada pela demanda global por *commodities* minerais. Sua contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil manteve-se relevante, representando cerca de 2,4% do PIB em 2023 (IBRAM, 2024, p. 15). Projeções indicam a persistência de sua importância, com crescimento na produção e exportações (ANM, 2024, p. 23), refletindo a vasta riqueza geológica e a incessante demanda global.

Economicamente, o minério de ferro lidera as exportações brasileiras, gerando bilhões em divisas e impactando a balança comercial. Em 2023, as exportações de minério de ferro atingiram US\$ 30,4 bilhões, um aumento de 12% em relação ao ano anterior, crucial para a estabilidade macroeconômica (MDIC, 2023, p. 7).

Outros minerais como cobre, ouro e níquel também contribuem para o setor mineral, que, em 2023, gerou mais de US\$ 50 bilhões de dólares em exportações totais (FGV, 2023, p. 45). Essa atividade é um dos maiores contribuintes para o PIB e motor de crescimento em períodos de alta dos preços das *commodities* (IPEA, 2023, p. 55). Sua relevância acentua-se pelos efeitos indiretos em logística e energia.

A arrecadação de impostos e *royalties*, como a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), alcançou R\$ 8,1 bilhões em 2023, valor que é distribuído equitativamente entre todos os entes federados do Brasil (IBRAM, 2024, p. 30).

Em escala global, o segmento de mineração é uma coluna insubstituível da economia moderna, fornecendo a base material para praticamente todos os bens e tecnologias. Conforme apontado pela IEA (2023, p. 15), a transição energética depende criticamente de minerais como cobre, lítio, cobalto e terras raras para veículos elétricos, turbinas eólicas, painéis solares e baterias. A IEA projeta aumento exponencial na demanda por esses minerais críticos, elevando o

setor a um patamar de segurança estratégica.

Países como Austrália, Canadá e Chile possuem economias fortemente ligadas à exportação de minerais, sendo cruciais para o abastecimento mundial. A interconexão do setor com a economia global é evidente na volatilidade dos mercados de *commodities*, onde flutuações de preços impactam inflação, câmbio e investimentos globalmente (IMF, 2023, p. 30).

A atividade mineradora, portanto, é estratégica para a segurança energética, sustentabilidade ambiental e avanço tecnológico mundial, sendo a base do novo desenvolvimentismo para países em desenvolvimento como o Brasil.

A dimensão social da mineração é complexa: embora gere oportunidades, exige gestão rigorosa de impactos. Esse setor gera empregos diretos e indiretos, dinamizando economias locais (IBRAM, 2023, p. 25; ABPM, 2022, p. 18). No entanto, tragédias como Mariana (2015) e Brumadinho (2019) expuseram a urgência de aprimorar a segurança, a gestão de riscos e a relação com as comunidades (COMISSÃO PARLAMENTAR DE INQUIRIRÃO, 2019, p. 80).

Esses desastres revelaram impactos significativos: deslocamento populacional, alteração de modos de vida e preocupação com a qualidade da água e do ar. A promoção de diálogo transparente, com garantia de direitos e compensações justas, tornou-se imperativa para a sustentabilidade social do segmento (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2021, p. 110).

Nos últimos dez anos, o setor mineral brasileiro navega por cenários de grandes potenciais e desafios persistentes. O potencial é impulsionado pela vasta riqueza geológica, com reservas de minerais estratégicos ainda subaproveitadas (CPRM, 2024, p. 40).

A crescente demanda global por minerais críticos², essenciais para a transição energética e digital, posiciona o Brasil como fornecedor-chave (IEA, 2023, p. 60). A busca por diversificação das cadeias de suprimentos atrai investimentos em prospecção e desenvolvimento de novas minas (IBRAM, 2024, p. 55).

Contudo, a concretização desses potenciais depende da superação de desafios substanciais. A sustentabilidade ambiental e social é o principal, exigindo práticas responsáveis,

² As terras raras são um grupo de 17 elementos químicos essenciais para a tecnologia moderna, notáveis por suas propriedades magnéticas, eletrônicas e ópticas únicas, sendo indispensáveis em *smartphones*, veículos elétricos e turbinas eólicas (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020, p. 45). Por sua vez, o conceito de minerais críticos abrange uma categoria mais ampla de substâncias minerais, definidas por sua vital importância para a economia e segurança de um país, e cujo risco de interrupção de suprimento é elevado, seja por sua concentração geográfica ou instabilidade política nos países produtores (UNCTAD, 2023, p. 30). Dessa forma, as terras raras se enquadram perfeitamente na definição de minerais críticos devido à sua insubstituibilidade em tecnologias estratégicas e à hegemonia de um único produtor no mercado global, o que as torna um ponto central da agenda geopolítica e econômica mundial (IEA, 2023, p. 50).

como gestão rigorosa de rejeitos, descarbonização e proteção da biodiversidade (ANA, 2022, p. 90).

A segurança jurídica e regulatória é outro obstáculo. A complexidade e instabilidade do arcabouço legal criam incertezas para investimentos, clamando por um marco regulatório claro e previsível, que, inclusive, evite novas tragédias (FIRJAN, 2023, p. 35).

A agregação de valor também é um desafio, visto que o Brasil ainda é majoritariamente exportador de minério bruto. “A estratégia deve focar na verticalização da cadeia produtiva”, investindo em processamento e transformação mineral dentro do território brasileiro (CNI, 2024, p. 20).

Por último, a necessidade constante de inovação e tecnologia exige investimentos de ponta. Automatização e digitalização, por exemplo, são cruciais para reduzir impactos e aprimorar processos, sendo a pesquisa aplicada fundamental para esse avanço (EMBRAPPI, 2023).

TERRAS RARAS NO BRASIL: POTENCIAL GEOLÓGICO E RELEVÂNCIA GLOBAL

As terras raras (TR) são um grupo de 17 elementos químicos da tabela periódica – os 15 lantanídeos, ítrio e escândio – que constituem a base fundamental da tecnologia do futuro. Caracterizadas por suas propriedades eletrônicas, magnéticas e ópticas únicas, são insubstituíveis em inúmeras aplicações modernas (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020, p. 45).

O termo "terras raras" originou-se no século XVIII devido à dificuldade de sua separação e à raridade de sua descoberta em minerais incomuns na época (SCHERER; LIMA, 2018, p. 30). Embora não sejam geologicamente tão raras, sua ocorrência dispersa e a possibilidade metalúrgica para recuperação demandam processos onerosos (UNCTAD, 2023).

As terras raras são classificadas em leves (LREE) e pesadas (HREE). Os LREE (lantânio, cério, praseodímio, neodímio, promécio e samário) são mais abundantes e, em geral, de menor valor individual (USGS, 2024, p. 112), sendo o Cério o mais comum. Os HREE (európio, gadolínio, térbio, disprósio e ítrio) são mais escassos e, consequentemente, mais valiosos, especialmente em tecnologias de ponta que exigem alta performance em condições extremas. Disprósio e Térbio, por exemplo, possuem elevado valor devido a suas propriedades magnéticas superiores em altas temperaturas (COUTO; REIS, 2021, p. 89).

A versatilidade de cada elemento confere propriedades magnéticas, essenciais para ímãs

permanentes em veículos elétricos e turbinas eólicas; luminescentes, como em telas de LED; catalíticas, como o cério em conversores automotivos; e eletroquímicas, em baterias recarregáveis, entre outras (SOUZA FILHO; BARRETO, 2019, p. 115).

A capacidade de gerar campos magnéticos potentes e leves é crucial para a miniaturização de dispositivos e a eficiência de motores e geradores. Por sua vez, o neodímio (Nd) e disprósio (Dy) formam os ímãs permanentes mais poderosos, essenciais para veículos elétricos e turbinas eólicas (IEA, 2023, p. 65). A transição energética seria significativamente mais lenta sem esses elementos.

Além das propriedades magnéticas, as TR são valorizadas por suas características luminescentes e catalíticas. Európio (Eu) e térbio (Tb) são utilizados em telas de LED, LCD e OLED, proporcionando cores vibrantes e iluminação eficiente (SOUZA FILHO; BARRETO, 2019, p. 118).

O cério (Ce) é um catalisador fundamental em conversores automotivos para redução de emissões de gás carbônico, e no refino de petróleo e polimento de vidros (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020, p. 80).

Na área da saúde, gadolínio (Gd) atua como agente de contraste em ressonâncias magnéticas (MRI), e ítrio (Y) em terapias de câncer e lasers cirúrgicos (USGS, 2024, p. 114).

Na indústria aeroespacial e de defesa, ligas com terras raras conferem resistência a altas temperaturas e leveza a componentes de aeronaves, mísseis e satélites (COUTO; REIS, 2021, p. 92). A IEA projeta que a demanda por esses minerais pode crescer até seis vezes até 2040 (IEA, 2023, p. 65), ressaltando sua insubstituibilidade.

A relevância das terras raras no cenário geopolítico e econômico global é inquestionável. Elas são a espinha dorsal de tecnologias de ponta e fundamentais para a transição energética. Em eletrônicos, são indispensáveis em *smartphones*, computadores, televisores e fibras ópticas (UNCTAD, 2023, p. 30). Sua importância deriva de propriedades físico-químicas únicas, que permitem a criação de materiais insubstituíveis.

Historicamente, o domínio chinês sobre a cadeia de suprimentos de terras raras, da mineração ao refino e produção de ligas, gera preocupação global com o abastecimento. A China é responsável por aproximadamente 69% da produção global de terras raras processadas e mais de 90% dos ímãs permanentes, conferindo-lhe grande influência (COUTO; REIS, 2021, p. 89).

Essa dependência tem motivado nações a diversificar suas fontes de suprimento, para que em um futuro próximo não ocorra um oligopólio chinês em áreas estatais sensíveis, como

produção industrial e defesa nacional.

O Brasil emerge como um *player* estratégico devido às suas vastas reservas, sendo capaz de minerar, processar e transformar produtos altamente tecnológicos. A capacidade de controlar a cadeia de valor desses elementos, da extração ao produto final, é um ponto irredutível da segurança e da soberania nacional, evitando a vulnerabilidade a choques externos e garantindo o suprimento para setores estratégicos do país, desde a defesa até a energia e alta tecnologia.

Reforçamos, o Brasil possui a segunda maior reserva de terras raras do mundo, com cerca de 23% do total global, atrás apenas da China (BRASIL MINERAL, 2025). Essa riqueza geológica se distribui em diversas regiões. Em Minas Gerais, as ocorrências estão associadas a depósitos de carbonatitos e alcalinos, como Araxá, ligadas a nióbio e fosfato, e Poços de Caldas (CPRM, 2023, p. 150). Há predomínio de LREE (cério, lantânio, neodímio e praseodímio), além de ítrio e HREE em menor proporção.

Em Minaçu, no estado de Goiás, a Mineração Serra Verde explora depósitos de argilas iônicas, com presença significativa de HREE (disprósio e térbio), o que eleva o valor potencial do concentrado (MINERAÇÃO SERRA VERDE, 2024, p. 10).

No Amazonas, a região de Pitinga, no município de Presidente Figueiredo, apresenta terras raras associadas a minerais de estanho (cassiterita), indicando potencial para recuperação como subprodutos, gerando a oportunidade de crescimento dos processos de industrialização dos minérios extraídos (BRASIL, 2017, p. 67).

A natureza dos depósitos varia, incluindo íon-adsorção, com extração mais simples e menor impacto, e carbonatitos ou areias monazíticas, com processamento complexo e radioatividade natural (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020, p. 70). Compreender os fundamentos da geologia é crucial para definir as tecnologias de extração e beneficiamento mais adequadas e responsáveis.

A mineração no Brasil não é um direito do proprietário da terra; é uma atividade estritamente regulada pela União. Conforme o artigo 20, inciso IX, da Constituição da República de 1988, estabelece que "os recursos minerais, inclusive os do subsolo, pertencem à União" (BRASIL, 2025).

Assim, "os bens minerais são propriedade da nação brasileira, e sua exploração ocorre mediante concessão e autorização pública" (MACHADO, 2020, p. 55). A União detém o monopólio da pesquisa e lavra, podendo concedê-los a terceiros, conforme o Código de Mineração, ou seja, o Decreto-Lei nº 227/67.

A Agência Nacional de Mineração (ANM) é responsável por gerir esses processos, garantir o cumprimento das normas e fiscalizar as operações (ANM, 2023, p. 12). Essa prerrogativa assegura que a exploração mineral ocorra sob rigoroso controle estatal, visando o interesse público, a sustentabilidade e a arrecadação de *royalties* para a sociedade (PEREIRA, 2021, p. 45).

Apesar do potencial, a mineração de terras raras no Brasil ainda está em desenvolvimento. A Mineração Serra Verde, em Minaçu, Goiás, destaca-se como uma das poucas operações fora da China a focar na produção comercial de terras raras leves e pesadas, com capacidade de 5 mil toneladas anuais de minerais concentrados (MINERAÇÃO SERRA VERDE, 2024, p. 25).

Essa empresa investe em tecnologias para otimizar a extração e, crucialmente, o beneficiamento e separação dos elementos, que representa um gargalo tecnológico.

O Brasil, como um dos poucos países com reservas significativas e operações ativas de mineração e beneficiamento, possui uma vantagem estratégica que abrange desde sua posição logística, cultura de exportação e segurança jurídica nas operações.

Contudo, é fundamental que o Estado brasileiro se posicione com políticas públicas eficazes e urgentes para impulsionar investimentos e consolidar cadeias produtivas e distribuições sociais equitativas dos resultados da mineração de terras raras.

Os desafios específicos incluem investimentos robustos em capital e tecnologia. O maior, porém, reside no beneficiamento e separação. O processo de refino, vital para agregar valor, é complexo, envolvendo técnicas sofisticadas como extração por solventes e troca iônica, que demandam alta tecnologia, energia e reagentes químicos (SILVA; MENDES, 2022, p. 78).

Além dos custos, há a gestão de resíduos e subprodutos, especialmente os radioativos, exigindo rigorosos controles ambientais e planos de desativação (FERREIRA; LIMA, 2020, p. 132). Superar essa barreira tecnológica e de custos é crucial para o Brasil agregar valor e evitar a exportação de minério bruto.

Os principais produtores de óxidos de terras raras (OTR) em 2024 são: China (69%), EUA (12%), Burma (7,9%), Austrália (3,3%), Nigéria (3,3%), Tailândia (3,3%), Índia (0,74%) e Rússia (0,64%) (BRASIL MINERAL, 2025). Essa lista ilustra a concentração e a imensa oportunidade brasileira de escalar sua participação, redefinindo o mapa global do setor.

A valoração internacional das terras raras e a percepção de sua importância estratégica intensificaram-se drasticamente nos últimos dez anos, solidificando seu status como a base da tecnologia do futuro. O mercado é notavelmente volátil e complexo, com preços flutuando para

cada um dos 17 elementos, dependendo de pureza e forma.

A volatilidade é acentuada pelo domínio quase monopolístico da China, que lhe confere influência decisiva sobre mercado e preços (COUTO; REIS, 2021, p. 95). A crescente demanda por tecnologias verdes, como veículos elétricos e geradores eólicos, impulsionou os preços de neodímio (Nd), praseodímio (Pr) e disprósio (Dy), essenciais para ímãs permanentes de alta performance (IEA, 2023, p. 68).

A escassez relativa de disprósio e térbio eleva seus valores, sendo cruciais para ímãs que operam em altas temperaturas (OLIVEIRA; SILVA, 2023, p. 40).

Diante dessa concentração de poder, nações implementam estratégias geopolíticas robustas para diversificar suas cadeias de suprimentos. Os EUA investem em *reshoring*³ e parcerias com aliados como Austrália e Canadá (USGS, 2024, p. 115; BAKER; CHEN, 2023, p. 90).

A União Europeia e o Japão também articulam políticas de segurança de suprimento, buscando acordos de longo prazo, financiando prospecção e beneficiamento, e fomentando a reciclagem (EUROPEAN COMMISSION, 2023, p. 55).

Nesse cenário de busca por autonomia e resiliência, o Brasil, com suas reservas substanciais e capacidade de operação crescente, emerge como parceiro estratégico crucial. Sua inserção nessas alianças pode e deve redefinir o equilíbrio de poder no mercado global de terras raras, fortalecendo a posição do país e contrabalanceando a hegemonia existente.

A mineração de terras raras no Brasil, sob a perspectiva da teoria do novo desenvolvimentismo, pode ser um catalisador para superar as deficiências estruturais do país. A teoria de Bresser-Pereira (2006) defende que a industrialização impulsionada pelo Estado, com foco em setores estratégicos e de alto valor agregado, é o caminho para o progresso.

A verticalização da cadeia produtiva de terras raras, portanto, alinha-se perfeitamente a essa visão. Ao invés de exportar a matéria-prima bruta, o Estado brasileiro, agindo de forma estratégica, pode incentivar e direcionar investimentos, dentro do país, para o beneficiamento, refino e produção de componentes de alta tecnologia, como ímãs permanentes e catalisadores.

³ O *reshoring*, também conhecido como "repatriação industrial", é a decisão estratégica de uma empresa de trazer de volta para o seu país de origem as operações de manufatura ou produção que haviam sido transferidas para o exterior (*offshoring*). Esse movimento é impulsionado por diversos fatores, como a busca por maior controle da cadeia de suprimentos, a redução de riscos geopolíticos e de custos logísticos, e o desejo de fortalecer a economia e o mercado de trabalho local. A tendência ganhou força após a pandemia de COVID-19, que expôs a fragilidade e a dependência de longas cadeias de suprimentos globais, levando empresas a priorizarem a resiliência e a proximidade com seus mercados consumidores (SILVEIRA; ARAÚJO, 2025, p. 155; BAKER; CHEN, 2023, p. 95)

Essa política ativa não só aumenta a receita e gera empregos qualificados, mas também fortalece a soberania nacional e reduz a dependência de outras nações que dominam essa tecnologia, convertendo o recurso natural em um motor para a inovação e o desenvolvimento sustentável.

A análise das tendências de preços (2015-2025) revela um mercado dinâmico. Após um período de preços baixos entre os anos de 2015 a 2016, houve recuperação a partir de 2017, impulsionada pela demanda e gestão chinesa mais rigorosa.

A pandemia de COVID-19 trouxe volatilidade, mas a recuperação econômica e a transição energética entre os anos de 2021-2022 geraram forte aumento de preços (óxido de neodímio superando \$100/kg) (*TRADING ECONOMICS*, 2022).

Embora tenha havido leve correção em 2023-2025, os preços dos elementos críticos se mantêm significativamente elevados. Essa valorização contínua atesta a crescente dependência global dessas substâncias. A busca por diversificação da cadeia de suprimentos e o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem começarão a reequilibrar o mercado a médio e longo prazo.

Contudo, a essência permanece: as terras raras são a espinha dorsal da eletrônica, da energia limpa e da segurança nacional, confirmando seu papel central na construção de um futuro tecnológico sustentável (*GLOBAL X ETFs*, 2024).

TERRAS RARAS: AGREGAÇÃO DE VALOR E O POTENCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO

A contemporaneidade é intrinsecamente dependente da extração mineral. Produtos cotidianos, da construção civil à alta tecnologia, têm sua base material nos recursos extraídos da terra. Metais como ferro e alumínio são onipresentes; o cobre é vital para a eletricidade (*IBRAM*, 2024, p. 20). Fertilizantes e produtos de limpeza derivam de minerais como potássio e fosfato (*ANM*, 2023, p. 35).

Essa dependência se intensifica na alta tecnologia, onde terras raras são essenciais para *smartphones*, veículos elétricos, turbinas eólicas e equipamentos médicos (*IEA*, 2023, p. 50). Compreender essa ubiquidade é o ponto de partida para discutir como a exploração responsável de terras raras no Brasil pode não só atender à demanda global, mas também construir um futuro mais próspero e equitativo, principalmente para os brasileiros.

A vasta reserva brasileira de terras raras oferece uma oportunidade ímpar e inadiável para a nação transcender o papel de mero exportador de *commodities*. É importante avançar na cadeia de valor, fomentando a industrialização e a agregação de valor em seu território. Juridicamente, conforme o artigo 20, inciso IX, da Constituição Republicana de 1988, os recursos minerais pertencem à União (BRASIL, 1988), conferindo à Administração Pública o papel central na gestão desses bens em prol da nação (MACHADO, 2020, p. 55).

Nesse cenário, é relevante a perspectiva do direito fundamental ao desenvolvimento. Reconhecido em instrumentos internacionais como a Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento da ONU (1986), esse direito postula que cada pessoa e todos os povos têm o direito de participar, contribuir e usufruir de um desenvolvimento econômico, social, cultural e político, no qual todos os direitos humanos e liberdades fundamentais possam ser plenamente realizados (PIOVESAN, 2024, p. 210).

A visão de que a mineração de terras raras pode ser um motor de progresso para o Brasil encontra sólida base teórica no novo desenvolvimentismo. Conforme defendido pelo economista Luiz Carlos Bresser-Pereira (2006), essa corrente de pensamento, que deve ser nosso marco teórico, defende que a intervenção estatal é crucial para promover a industrialização e superar a dependência econômica.

Em sua pesquisa sobre o tema, Bresser-Pereira argumenta que o estado deve atuar de forma estratégica, especialmente no controle da taxa de câmbio para impulsionar a indústria de manufatura. Este autor complementa essa visão, detalhando a teoria em sua obra sobre Macroeconomia Desenvolvimentista (2017, p. 133).

A estratégia do novo desenvolvimentismo, detalhada por Bresser-Pereira (2006, p. 195) em sua análise do estruturalismo latino-americano, se opõe diretamente à "maldição dos recursos naturais". A teoria não foca apenas na abundância dos recursos, mas na capacidade do Estado de gerenciar essa riqueza de forma a promover a industrialização, gerar empregos qualificados e fortalecer a soberania tecnológica do país.

Essa abordagem se alinha perfeitamente com a proposta central desta pesquisa, de que as terras raras, se exploradas com um planejamento estratégico e visão de longo prazo, podem ser uma ferramenta de emancipação econômica e social para o Brasil.

A utilização estratégica das reservas de terras raras no Brasil não é apenas uma questão econômica ou tecnológica, mas uma ferramenta poderosa e concreta para a concretização desse direito fundamental. Ao transformar a extração em um complexo produtivo de refino,

beneficiamento e produção de componentes tecnológicos avançados, o país pode e deve gerar a riqueza e as oportunidades necessárias para elevar o padrão de vida de sua população. Investimentos resultantes em educação, infraestrutura, saúde e inovação são intrínsecos ao processo de avanço humano e social (SANTOS FILHO, 2023, p. 88).

Assim, a atividade mineradora e a industrialização das terras raras convertem-se de atividade extrativista em instrumento de emancipação social e econômica, alinhado aos preceitos de justiça e progresso humanos, e ao acesso à própria tecnologia como um direito.

Isso significa mais e melhores empregos para nossos jovens, a formação de profissionais altamente capacitados para o século XXI, e a capacidade de o Brasil produzir sua própria tecnologia, reduzindo a dependência e protegendo sua autonomia e soberania.

O Paradoxo da Abundância: Por que Países Ricos em Recursos Naturais Permanecem Pobres?

Um dos desafios mais intrigantes para nações ricas em bens minerais, como o Brasil, é o que a literatura econômica denomina "maldição dos recursos naturais" ou paradoxo da abundância. Este fenômeno descreve a situação de países com vastas reservas de recursos naturais (petróleo, minerais, madeira) que, paradoxalmente, exibem baixo crescimento econômico, alta desigualdade, instabilidade política e pouca diversificação econômica (SACHS; WARNER, 2001, p. 832).

Esses exemplos marcantes incluem a Nigéria e Angola, que, apesar de serem grandes produtores de petróleo, enfrentam altos índices de pobreza e corrupção; ou a República Democrática do Congo, rica em coltan e cobalto, mas assolada por conflitos e subdesenvolvimento (ROSS, 2012, p. 67).

Esse paradoxo pode ser explicado por diversos fatores. Primeiramente, a volatilidade dos preços das *commodities* gera instabilidade macroeconômica, dificultando o planejamento de longo prazo. As flutuações abruptas no preço do minério de ferro ou petróleo, por exemplo, podem desequilibrar orçamentos governamentais e desestimular investimentos em outros setores.

Em segundo lugar, a "doença holandesa" é um fenômeno comum, onde o *boom* de um setor de recursos naturais valoriza a moeda nacional, tornando as exportações de outros setores menos competitivas e inibindo a diversificação industrial (CORREIA, 2015, p. 115). Isso perpetua a dependência do setor primário, freando o progresso de indústrias manufatureiras e de

serviços mais sofisticadas.

Além disso, a riqueza em recursos naturais pode alimentar a corrupção e a busca por fontes de rendas, com grupos políticos e econômicos disputando o controle sobre a exploração, em vez de focar na aplicação transparente e eficiente dos *royalties* para o desenvolvimento social.

A falta de instituições robustas e de governança transparente agrava esse problema (NORTH; WALLIS; WEINGAST, 2009, p. 234). Por fim, o fracasso na verticalização da cadeia produtiva é um ponto central. Muitos países exportam o minério bruto, perdendo a oportunidade de agregar valor por meio de processamento, manufatura e pesquisa, o que geraria empregos qualificados e tecnologia.

A suposta maldição não reside na posse dos recursos, mas na falha estatal em gerenciar essa riqueza de forma estratégica, transformando-a em capital humano, infraestrutura e inovação. Superar esse paradoxo exige políticas públicas industriais ativas, diversificação econômica, governança transparente e, fundamentalmente, um compromisso com o beneficiamento e a agregação de valor local.

Verticalização da Cadeia Produtiva: Impactos Econômicos e Empregos Qualificados

Reforçamos, não se trata apenas de extrair o minério bruto, mas de desenvolver capacidade nacional de processamento e refino. Atualmente, grande parte do minério global é beneficiado na China, perdendo-se oportunidades de empregos e riqueza nos países de origem (COUTO; REIS, 2021, p. 110).

Investir em plantas industriais de separação e purificação de terras raras no Brasil criaria uma cadeia produtiva verticalizada, da extração à produção de óxidos de alta pureza. Isso impulsionará decisivamente a pesquisa e desenvolvimento (P&D) de materiais avançados e tecnologias inovadoras, posicionando o Brasil como player estratégico em matéria-prima e inovação (CNI, 2024, p. 45).

A agregação de valor manifesta-se desde o beneficiamento primário até a produção de ligas metálicas, ímãs permanentes e componentes eletrônicos complexos (GUIMARÃES; ALMEIDA, 2024, p. 70). Em vez de exportar minério bruto de baixo valor, o Brasil deve e pode exportar produtos de maior valor agregado, como óxidos de alta pureza ou *master alloys* de neodímio-ferro-boro, base para ímãs de turbinas e veículos elétricos (IEA, 2023, p. 68).

Essa verticalização na cadeia produtiva resultaria em maior receita por tonelada, empregos

mais qualificados e um ecossistema industrial robusto (ABDI, 2023, p. 50).

Desenvolvimento Social e Formação de Capital Humano

Para além do impacto econômico direto, a construção de um ambiente social mais próspero e equitativo é fundamento dessa estratégia. A produção de terras raras e a fabricação de tecnologias demandam mão de obra especializada, criando empregos de maior qualificação e remuneração, elevando significativamente o padrão de vida das comunidades. As famílias terão mais dignidade, as crianças, acesso a melhor educação, e as cidades, maior capacidade de investimento.

A exigência de *expertise* em metalurgia, química, engenharia de materiais e eletrônica estimula a criação imediata de cursos técnicos e superiores, e atrai talentos para as regiões mineradoras, diversificando a base econômica local (FERNANDES; MOTTA, 2024, p. 95).

Programas de capacitação e *clusters* tecnológicos em torno das indústrias de terras raras podem transformar cidades mineradoras em polos de inovação vibrantes, atraindo investimentos em serviços, comércio e educação, gerando um ciclo virtuoso de avanço de nível nacional e internacional (INSTITUTO POLIS, 2022, p. 60).

Sustentabilidade e Inovação na Mineração de Terras Raras

A visão de futuros melhores para o Brasil transcende a exploração mineral, ancorando-se na capacidade de transformar recursos naturais em poder tecnológico e soberania estratégica. Ao dominar a cadeia completa das terras raras – da mina ao *chip* – o Brasil não só fortalece sua economia, mas se posiciona como fornecedor-chave inquestionável para a transição energética global. Isso contribui para a sustentabilidade ambiental mundial e reduz drasticamente a dependência tecnológica externa (SILVEIRA; ARAÚJO, 2025, p. 150).

É uma oportunidade histórica para o Brasil se tornar um *player* fundamental na revolução verde e digital, gerando riqueza distribuída e oportunidades duradouras para sua população, consolidando-se como nação inovadora e socialmente justa.

A construção de um futuro melhor a partir da mineração de terras raras é indissociável da adoção de práticas responsáveis e sustentáveis. Processos de extração e beneficiamento podem envolver ácidos e gerar resíduos, inclusive com radioatividade associada, exigindo o desenvolvimento de tecnologias de baixo impacto ambiental (JÚNIOR; OLIVEIRA, 2020, p.

100).

Isso inclui sistemas avançados de gestão de resíduos e efluentes, uso eficiente da água, minimização do desmatamento e recuperação de áreas degradadas, com monitoramento contínuo (ANA, 2022, p. 70). Além dos aspectos ambientais, a sustentabilidade abrange a responsabilidade social corporativa, traduzida em diálogo transparente com as comunidades, respeito aos direitos humanos, promoção do desenvolvimento socioeconômico local e compensações justas, visando confiança mútua (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2021, p. 125).

O papel do Brasil na mineração de terras raras é fundamental para a transição energética global e o fortalecimento da economia verde. Ao se consolidar como fornecedor confiável e sustentável, o país pode impulsionar a fabricação de tecnologias limpas interna e globalmente.

As terras raras são a espinha dorsal de componentes para fontes de energia renovável, como ímãs em turbinas eólicas e motores de veículos elétricos. A IEA reforça a criticidade desses elementos para o futuro energético (IEA, 2023, p. 80).

A capacidade brasileira de oferecer suprimento diversificado e com pegada ambiental controlada pode e deve atrair investimentos massivos de indústrias de manufatura de tecnologias verdes, contribuindo para a descarbonização da economia global e posicionando o Brasil como polo de inovação para um futuro mais sustentável.

A mineração de terras raras, com suas exigências tecnológicas, representa um vetor poderoso para a geração de inovação e conhecimento no Brasil. O investimento no setor estimulará diretamente a pesquisa científica e tecnológica em Universidades e Centros de Pesquisa. O foco deve ser em novas metodologias de extração, processos de separação mais eficientes e desenvolvimento de novas aplicações (EMBRAPII, 2023, p. 60).

Essa dinâmica impulsiona a formação de mão de obra especializada em Direito, Geologia, Engenharia de Minas, Química, Metalurgia e etc. O desenvolvimento de tecnologias e processos próprios pode levar ao patenteamento e à propriedade intelectual, fortalecendo a posição do Brasil no cenário global da inovação.

A mineração de terras raras, se gerida de forma estratégica, é um motor para a criação de uma cadeia produtiva completa que transcende a mera extração. O foco não se limita a escavar e exportar o minério bruto, mas sim a desenvolver a capacidade nacional de beneficiamento, refino e produção de componentes de alta tecnologia.

Essa verticalização do setor, da mina ao produto final, gera um valor agregado exponencial, transformando um recurso natural em riqueza duradoura e empregos qualificados

(CNI, 2024, p. 45). Ao investir em plantas industriais de separação e purificação, o Brasil pode passar a exportar óxidos de terras raras de alta pureza, com preço significativamente maior do que o minério concentrado, gerando milhares de empregos diretos e indiretos em áreas de engenharia, química, metalurgia e logística.

Essa diversificação da pauta de exportações em direção a produtos mais sofisticados aumenta as divisas internacionais e fortalece a balança comercial, posicionando o país como um *player* estratégico no cenário global, contrabalanceando a hegemonia de outros produtores (COUTO; REIS, 2021, p. 110).

Além dos ganhos econômicos, a criação dessa cadeia produtiva impulsiona o desenvolvimento interno ao promover um ecossistema industrial robusto e sustentável, tal como leciona a teoria do novo desenvolvimentismo. A demanda por mão de obra especializada estimula o investimento em educação e formação de capital humano, com a criação de cursos técnicos e universitários nas regiões mineradoras, o que eleva o padrão de vida e dignidade das comunidades locais (FERNANDES; MOTTA, 2024, p. 95).

A emergência de *clusters* tecnológicos em torno das indústrias de terras raras pode transformar cidades extrativistas em polos de inovação, atraindo mais investimentos em serviços, comércio e pesquisa, gerando um ciclo virtuoso de avanço (INSTITUTO POLIS, 2022, p. 60).

Assim, a mineração de terras raras não apenas atende à demanda global por tecnologia limpa, mas se converte em uma ferramenta poderosa para superar a "maldição dos recursos naturais", gerando uma prosperidade mais equitativa e duradoura para o Brasil, no presente e no futuro.

ATUAÇÃO DO TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU) NO SETOR DE MINERAÇÃO: GARANTIA DE TRANSPARÊNCIA E DESENVOLVIMENTO

Para que a mineração de terras raras no Brasil contribua para a construção de futuros melhores, é crucial enfrentar desafios e implementar recomendações. Para transformar o potencial em realidade, a Administração Pública deve agir com urgência e de forma estratégica, formulando políticas industriais claras, criando marcos regulatórios estáveis e previsíveis, e incentivando diretamente a pesquisa e desenvolvimento.

A promoção de parcerias público-privadas voltadas para a verticalização da cadeia produtiva é fundamental. A atração de investimentos estrangeiros e parcerias estratégicas com

players globais com *know-how* em tecnologia de ponta é vital para acelerar o desenvolvimento da cadeia de valor no Brasil.

O fortalecimento da governança ambiental e social é indispensável, garantindo fiscalização rigorosa, transparência e diálogo contínuo entre empresas, governo, comunidades e sociedade civil organizada (IBAMA, 2024, p. 95).

Nesse contexto, a atuação do Tribunal de Contas da União (TCU) é fundamental para garantir a boa gestão dos recursos minerais do país, incluindo as terras raras.

O TCU tem se debruçado sobre a fiscalização da Agência Nacional de Mineração (ANM) e a arrecadação de *royalties* (CFEM), apontando falhas que impactam diretamente o potencial de desenvolvimento. Julgados como o Acórdão 1368/2024-TCU-Plenário e o Acórdão 742/2025-TCU-Plenário demonstram a preocupação do Tribunal com o uso irregular de Guias de Utilização, que, em alguns casos, são empregadas como autorizações permanentes para exploração, subvertendo os regimes de pesquisa e concessão.

Essas irregularidades podem comprometer a regularidade de projetos de terras raras e, caso não estejam em conformidade com a legislação, resultarão em perdas de receita para o Estado e as comunidades, minando o progresso prometido e intensificando a "maldição dos recursos naturais".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa explorou a mineração de terras raras no Brasil sob uma perspectiva de desenvolvimento nacional, argumentando que o país detém uma oportunidade estratégica para transcender o papel de mero exportador de *commodities*.

A jornada desse texto acadêmico iniciou-se com a contextualização do cenário da mineração brasileira, destacando seu potencial econômico, seus desafios socioambientais e a urgência de uma gestão mais estratégica. Em seguida, aprofundou-se na relevância global das terras raras, suas aplicações tecnológicas e o potencial geológico do Brasil, que possui a segunda maior reserva do mundo.

A pesquisa, então, conectou essa riqueza natural a uma visão de futuro, detalhando como a verticalização da cadeia produtiva pode impulsionar o desenvolvimento, antes de concluir com a importância da fiscalização e governança para a boa gestão desses recursos.

A metodologia empregada foi fundamental para a robustez da análise. Baseando-se em

uma revisão bibliográfica abrangente e sistemática, foram analisados artigos científicos, relatórios de agências governamentais (ANM, CPRM, IEA) e estudos de instituições renomadas, garantindo que a argumentação fosse atualizada e respaldada por dados.

O uso do método hipotético-dedutivo permitiu que a pesquisa partisse da premissa de que a verticalização da cadeia produtiva de terras raras pode ser um vetor de progresso. Essa abordagem não apenas comprovou a hipótese com evidências concretas da literatura, mas também permitiu a construção de um panorama holístico e a proposição de recomendações alinhadas aos objetivos dessa pesquisa acadêmica.

O objetivo geral do trabalho foi demonstrar o potencial de transformação das terras raras para edificar futuros mais promissores no Brasil. A pesquisa buscou ir além do debate extrativista, propondo um novo paradigma para o desenvolvimento nacional que supere a "maldição dos recursos naturais".

Este objetivo central orientou toda a investigação, da análise dos desafios do beneficiamento à discussão dos impactos sociais e econômicos, sempre com o propósito de evidenciar que o domínio de uma cadeia de valor tão estratégica é um dever inadiável para a autonomia e segurança do país.

Como marco teórico, a pesquisa se ancorou firmemente no novo desenvolvimentismo, teoria defendida por Luiz Carlos Bresser-Pereira. Essa abordagem, que preconiza a intervenção estatal para promover a industrialização e superar a dependência, forneceu a lente ideal para analisar o tema.

A pesquisa argumentou que a exploração de terras raras não pode ser deixada apenas à lógica do mercado; ela exige um planejamento estratégico por parte do Estado para direcionar a riqueza natural para o fortalecimento da indústria e a geração de empregos qualificados, exatamente como a teoria sugere.

A principal conclusão é que a mineração de terras raras no Brasil, se abordada com uma visão de longo prazo e alinhada ao novo desenvolvimentismo, é um catalisador para o avanço socioeconômico. A verticalização da cadeia produtiva — que vai da mina ao produto final — não apenas gera valor agregado, mas também cria milhares de empregos diretos e indiretos em áreas de alta qualificação, como engenharia, química e metalurgia. Essa estratégia se opõe à exportação de matéria-prima bruta e, ao invés disso, foca na criação de um ecossistema industrial robusto e inovador.

Essa verticalização – do minério ao *chip* - impulsiona o desenvolvimento interno ao

promover um ecossistema industrial robusto e sustentável. A demanda por mão de obra especializada estimula o investimento em educação e formação de capital humano, com a criação de cursos técnicos e universitários nas regiões mineradoras, o que eleva o padrão de vida e dignidade das comunidades locais (FERNANDES; MOTTA, 2024, p. 95).

A emergência de *clusters* tecnológicos em torno das indústrias de terras raras pode transformar cidades extrativistas em polos de inovação, atraindo mais investimentos em serviços, comércio e pesquisa, gerando um ciclo virtuoso de avanço (INSTITUTO POLIS, 2022, p. 60).

Em síntese, a riqueza mineral do Brasil, representada por suas vastas reservas de terras raras, é um ativo estratégico que deve ser gerido em prol da nação. A superação da "maldição dos recursos naturais" não reside na ausência deles, mas na capacidade de o Estado, em alinhamento com a teoria do Novo Desenvolvimentismo, converter essa abundância em capital humano, infraestrutura e inovação.

A fiscalização rigorosa, a governança transparente e a integração com as comunidades são pilares para garantir que a mineração de terras raras não seja apenas uma atividade econômica, mas um instrumento de emancipação social, prosperidade equitativa e autonomia tecnológica para o Brasil, no presente e no futuro.

REFERÊNCIAS

- ABDI. **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. Relatório anual 2023: Perspectivas para a Indústria Brasileira. Brasília, 2023.
- ABPM. **Associação Brasileira de Pesquisa Mineral**. Anuário Mineral Brasileiro 2022. Brasília, 2022.
- ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Relatório de Segurança de Barragens 2022. Brasília, 2022.
- ANM. **Agência Nacional de Mineração**. Panorama da Mineração Brasileira 2024. Brasília, 2024.
- ANM. **Agência Nacional de Mineração**. Relatório de Gestão 2023. Brasília, 2023.
- BAKER, J.; CHEN, L. *Rare Earth Elements: Global Supply Chains and Geopolitical Implications*. *Journal of International Affairs*, v. 76, n. 2, p. 90-105, 2023.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília, 2017.

BRASIL MINERAL. **As Maiores Reservas de Terras Raras do Mundo**. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/artigos/as-maiores-reservas-de-terras-raras-do-mundo>. Acesso em: 25 jun. 2025.

BRESSER-PEREIRA, L. C. O Novo Desenvolvimentismo e a Ortodoxia Convencional. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 117-133, 2016.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Macroeconomia Desenvolvimentista**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2017.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Novo Desenvolvimentismo – Um Segundo Momento do Estruturalismo Latino-Americano. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 3, p. 163-195, 2006.

CNI. **Confederação Nacional da Indústria**. Perspectivas da Indústria Brasileira 2024. Brasília, 2024.

COMISSÃO PARLAMENTAR DE INQUIRÇÃO (CPI) DE BRUMADINHO. **Relatório Final da CPI de Brumadinho**. Brasília, 2019.

CORREIA, L. M. **A Doença Holandesa no Brasil: Análise e Implicações para a Política Econômica**. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

COUTO, R. B.; REIS, A. P. O Mercado Global de Terras Raras: Desafios e Oportunidades para o Brasil. *Revista Brasileira de Geopolítica e Estudos Estratégicos*, v. 10, n. 2, p. 89-115, 2021.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**. Recursos Minerais do Brasil: Inventário e Perspectivas 2023. Brasília, 2023.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**. Perspectivas da Geologia e Recursos Minerais no Brasil 2024. Brasília, 2024.

EMBRAPII. **Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial**. Relatório de Atividades 2023. Brasília, 2023.

EUROPEAN COMMISSION. **Critical Raw Materials Act**. Brussels, 2023.

FERNANDES, C. A.; MOTTA, L. G. Educação e Desenvolvimento Regional em Áreas Mineradoras. *Revista de Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 1, p. 95-108, 2024.

FERREIRA, T. C.; LIMA, P. H. Gestão de Resíduos Radioativos na Mineração de Terras Raras. *Revista de Engenharia Ambiental*, v. 15, n. 3, p. 132-145, 2020.

FGV. **Fundação Getúlio Vargas**. Estudo da Indústria Extrativa Brasileira 2023. Rio de Janeiro, 2023.

GLOBAL X ETFs. **Rare Earths & Strategic Metals: An Investment Thesis**. Disponível em: <https://www.globalxetfs.com/articles/rare-earths-strategic-metals-an-investment-thesis/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GUIMARÃES, F. A.; ALMEIDA, R. S. Verticalização da Cadeia Produtiva de Minerais

Críticos no Brasil. *Cadernos de Economia Industrial*, v. 8, n. 1, p. 70-85, 2024.

IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Relatório de Fiscalização Ambiental 2024. Brasília, 2024.

IBRAM. **Instituto Brasileiro de Mineração**. Dados da Mineração Brasileira 2023. Brasília, 2023.

IBRAM. **Instituto Brasileiro de Mineração**. Informações e Análises da Indústria Mineral Brasileira 2024. Brasília, 2024.

IEA. **International Energy Agency**. *Critical Minerals Market Outlook 2023*. Paris, 2023.

IMF. **International Monetary Fund**. *World Economic Outlook*. Washington, D.C., 2023.

INSTITUTO POLIS. **Cidades Mineradoras: Desafios e Perspectivas para o Desenvolvimento Urbano**. São Paulo, 2022.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Impactos Socioambientais da Mineração no Brasil**. São Paulo, 2021.

IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Análise Conjuntural do Setor Mineral Brasileiro 2023. Brasília, 2023.

JÚNIOR, P. F.; OLIVEIRA, C. D. **Terras Raras: Da Geologia às Aplicações Tecnológicas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2020.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 28. ed. São Paulo: Malheiros, 2020.

MDIC. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços**. Balança Comercial Brasileira 2023. Brasília, 2023.

MINERAÇÃO SERRA VERDE. **Relatório de Sustentabilidade 2024**. Minaçu, Goiás, 2024.

NORTH, D. C.; WALLIS, J. J.; WEINGAST, B. R. **Violence and Social Orders: A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

OLIVEIRA, M. F.; SILVA, A. C. Análise de Preços e Mercado para Disprósio e Térbio. *Cadernos de Mineração e Metalurgia*, v. 5, n. 2, p. 40-55, 2023.

PEREIRA, J. C. Regulação e Fiscalização da Atividade Mineral no Brasil. *Revista de Direito Administrativo*, v. 284, p. 45-60, 2021.

PIOVESAN, F. **Direitos Humanos e o Direito ao Desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2024.

ROSS, M. L. **The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations**. Princeton: Princeton University Press, 2012.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. *The Curse of Natural Resources*. *European Economic Review*,

v. 45, n. 4-6, p. 827-838, 2001.

SANTOS FILHO, J. G. **Desenvolvimento Humano e Recursos Naturais: Uma Análise da Experiência Brasileira**. Brasília: Editora da UnB, 2023.

SCHERER, C. W.; LIMA, S. P. As Terras Raras e Sua Importância Estratégica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 17., 2018, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IBRAM, 2018. p. 25-38.

SILVA, R. M.; MENDES, L. V. Processos de Beneficiamento e Separação de Terras Raras. *Química Nova*, v. 45, n. 1, p. 78-90, 2022.

SILVEIRA, D. C.; ARAÚJO, R. P. Geopolítica das Terras Raras e a Soberania Tecnológica Brasileira. *Revista de Estudos Estratégicos*, v. 14, n. 3, p. 150-165, 2025.

SOUZA FILHO, M. C.; BARRETO, A. P. **Aplicações e Perspectivas das Terras Raras na Indústria de Alta Tecnologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

TRADING ECONOMICS. **Rare Earths Prices**. Disponível em: <https://tradingeconomics.com/commodity/rare-earths>. Acesso em: 25 jun. 2025.

UNCTAD. **United Nations Conference on Trade and Development. The Role of Critical Minerals in the Energy Transition**. Geneva, 2023.

USGS. **U.S. Geological Survey. Mineral Commodity Summaries 2024**. Reston, Virginia, 2024.