

Perspectiva socioeconômica do setor **mineral** na transição energética

 **FGV CLIMA**



Equipe de pesquisa

Coordenação Geral

Amanda Schutze

Autores (em ordem alfabética)

Amanda Schutze

Camila Cristina da Silva

Rafael Parfitt

Rhayana Holz

Estratégia de comunicação:

Lara Portocarrero Campista

Sobre o FGV Clima

O FGV Clima é o Centro de Estudos em Economia do Clima da Escola de Economia de São Paulo (FGV EESP) da Fundação Getúlio Vargas. Nossa missão é aplicar os fundamentos teóricos e o rigor metodológico da economia para fortalecer a ação climática brasileira baseada em evidências e impulsionar o desenvolvimento socioeconômico do país de forma sustentável e justa.

Palavras-chave:

Transição energética - Minerais críticos - Setor mineral brasileiro - Descarbonização - Cadeia de valor mineral - Produção e reservas minerais - Comércio internacional de minérios - Intensidade energética e emissões

Citação sugerida:

FGV Clima. Perspectiva socioeconômica do setor mineral na transição energética. São Paulo, SP: FGV Clima, 2025. 41p.

Informações gerais

Data de publicação: 2026

Financiamento: Instituto Clima e Sociedade (iCs). Nossos parceiros e financiadores não necessariamente compartilham das posições expressas nesta publicação.

Agradecimentos à: Ludyson Abreu pelo apoio e contribuições ao longo da elaboração deste relatório.

Índice

Introdução	5
Perfil do setor mineral	7
Produtos minerais	7
O setor mineral na transição energética	9
Cadeia de valor	11
Consumo energético e emissões	12
Produção no setor mineral	16
Estrutura e desempenho da produção mineral	16
Perfil da demanda	24
Comércio internacional do setor mineral	26
Panorama do mercado de trabalho no setor mineral	32
Conclusão	37
Referências	38
Apêndice A: Detalhamento da produção e reservas brasileiras de minerais estratégicos	43

Figuras

Figura 1: Evolução do consumo energético e emissões do setor mineral, 2000-2024	13
Figura 2: Consumo da matriz energética brasileira do setor mineral em 2000 e 2024	14
Figura 3: Distribuição das emissões de CO2 equivalente do modal rodoviário por tipo de automóvel no Brasil, 2024	22
Figura 4: Minas ativas e áreas de potencial de minerais críticos no Brasil, 2025	23
Figura 5: Participação do Brasil nas reservas e produção mundiais de minerais críticos, 2024	25
Figura 6: Evolução anual do valor das exportações, importações e saldo comercial do setor mineral, 2002-2023	26
Figura 7: Relação entre salário médio e valor adicionado, setores industriais selecionados no Brasil, 2024	34
Figura 8: Top 15 municípios mais dependentes do setor de mineração em termos de massa salarial, 2024	35
Figura 9: Distribuição de trabalhadores no setor de mineração para os estados do Brasil, 2024	36

Tabelas

Tabela 1: Principais produtos produzidos no setor mineral no contexto da transição energética	8
Tabela 2: Relação de minerais críticos para a transição energética do Brasil	10
Tabela 3: Valor da produção mineral comercializada dos principais minérios metálicos por Unidade da Federação, 2023	17
Tabela 4: Produção bruta, beneficiada e comercializada das principais substâncias metálicas, 2023	18
Tabela 5: CFEM das principais substâncias metálicas, 2023	19
Tabela 6: CFEM das principais substâncias metálicas distribuída pelas Unidades da Federação, 2023	20
Tabela 7: Composição da pauta de exportações do setor mineral, 2023	28
Tabela 8: Ranking dos principais destinos comerciais das exportações do setor mineral, 2023	29
Tabela 9: Composição da pauta de importações do setor mineral, 2023	29
Tabela 10: Ranking das principais origens comerciais das importações do setor mineral, 2023	30
Tabela 11: Resumo do mercado de trabalho formal por setor econômico no Brasil, 2024	32
Tabela 12: Produção e reservas brasileiras de minerais estratégicos 2024 e 2023	43
Tabela 13: Descrição dos minerais críticos/estratégicos e suas aplicações no processo de transição energética	44

1. Introdução

A transição energética tem ganhado destaque crescente nas agendas econômicas, ambientais e industriais em todo o mundo. Trata-se de um processo estrutural que busca substituir progressivamente os combustíveis fósseis por fontes de menor intensidade de carbono, promovendo uma matriz mais limpa, resiliente e sustentável. Ao mesmo tempo, esse processo impõe o desafio de garantir o acesso universal à energia de forma segura, acessível e inclusiva, em consonância com as metas climáticas internacionais e com as realidades socioeconômicas de cada país.

Esse processo ultrapassa a mera descarbonização e envolve, de forma essencial, a dimensão mineral da transição. Estimativas da *International Energy Agency* (IEA) indicam que a demanda por minerais críticos poderá mais do que triplicar até 2040, impulsionada por tecnologias de baixo carbono, como veículos elétricos, turbinas eólicas e redes de transmissão renováveis (IEA, 2021; IEA, 2025). Nesse cenário, insumos como lítio, cobalto, níquel, cobre e terras raras tornam-se estratégicos para a economia verde, o que amplia a relevância do setor mineral brasileiro. O país dispõe de reservas expressivas desses recursos, mas ainda opera em descompasso entre o potencial e a produção efetiva (OWID, 2025), o que demanda políticas capazes de alinhar a competitividade econômica, a segurança energética e a sustentabilidade socioambiental.

Embora o impulso global da transição esteja fortemente associado à redução das emissões do setor energético, principal fonte de gases de efeito estufa (GEE), o contexto brasileiro apresenta especificidades. A matriz nacional tem participação expressiva de fontes renováveis, que responderam por 49% da oferta interna de energia em 2023 (EPE, 2024), contra 12% na matriz mundial de energia primária (IEA, 2023). Essa vantagem coloca o Brasil em posição diferenciada no cenário internacional, mas não elimina os desafios; ainda há amplo espaço para modernizar o sistema, expandir a infraestrutura de baixo carbono e reduzir as emissões em setores estratégicos.

Assim, a transição energética no Brasil traz desafios estruturais, e exige coordenação entre setores, definição de diretrizes e criação de mecanismos para alinhar metas ambientais ao desenvolvimento econômico. Para isso, foi criada a Política Nacional de Transição Energética (PNTE) por meio da Resolução nº 5, de 26 de agosto de 2024, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) (Brasil, 2024). A PNTE orienta os esforços nacionais rumo à descarbonização da matriz energética e à neutralidade das emissões líquidas de GEE. Para tanto, apoia-se em dois instrumentos principais: o Fórum Nacional de Transição Energética (Fonte) e o Plano Nacional de Transição Energética (Plante) (MME, 2024a).

O Fonte funciona como fórum permanente de articulação entre governo, setor produtivo e sociedade civil, destinado a fortalecer a transparência e o diálogo na definição das diretrizes da transição energética. O Plante consolida as ações de médio

e longo prazo voltadas à construção de uma matriz energética sustentável, alinhada à meta nacional de neutralidade climática. Sua estrutura combina uma visão setorial e transversal, integrando aspectos regulatórios, de investimento, de financiamento e de impactos sociais, com ênfase em cinco áreas estratégicas: (i) óleo e gás; (ii) mineração; (iii) indústria; (iv) transportes; e (v) energia elétrica (SIE/MME, 2024).

No âmbito da formulação do Plante, o Ministério de Minas e Energia (MME) firmou uma parceria técnica com o FGV Clima, centro de pesquisa aplicada da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. Essa colaboração deu origem ao projeto “FGV Clima no Apoio ao Plante: Insumos Técnicos e Engajamento Estratégico”, que tem como objetivo oferecer suporte técnico rigoroso e transparente, por meio da produção de análises e diagnósticos que subsidiem a elaboração das ações de transição energética no Plante.

Como parte desse esforço, este sumário executivo apresenta uma síntese do diagnóstico socioeconômico do setor mineral brasileiro, oferecendo um panorama atualizado da atividade no país. São abordados temas como produção, exportações e importações, principais produtos, distribuição regional e estrutura do mercado de trabalho.

Este sumário está organizado em sete seções. A próxima seção apresenta o perfil do setor mineral, com destaque para sua cadeia de valor, seus principais produtos e seus mecanismos de governança. Em seguida, discute-se a produção mineral, com dados recentes sobre volumes e fluxos de transformação, especificando os diferentes tipos de minérios extraídos. A quarta seção trata da demanda, detalhando o consumo de minerais conforme sua utilização na infraestrutura, na indústria e em tecnologias de baixo carbono. Na sequência, analisa-se o comércio internacional, com foco nas exportações e importações do setor. A sexta seção trata do mercado de trabalho no setor mineral, detalhando a quantidade de vínculos formais e o salário médio praticado, além de oferecer uma perspectiva comparativa com setores selecionados da economia brasileira. Por fim, a conclusão sintetiza os principais achados do diagnóstico, destacando desafios e oportunidades no contexto da transição energética.

2. Perfil do setor mineral

O setor mineral envolve a extração e o beneficiamento de diferentes tipos de recursos, como metais ferrosos, não ferrosos, nobres e minerais não metálicos. Essas operações envolvem diversas etapas, desde o estudo geológico das jazidas até a extração propriamente dita, o que exige uma infraestrutura robusta e uma mão de obra especializada. Sua importância econômica decorre tanto do fornecimento de insumos essenciais a diferentes segmentos da economia brasileira quanto de sua relevância na balança comercial (ANM, 2024a).

Nos últimos anos, a extração mineral consolidou-se como uma das principais atividades da indústria extrativa, respondendo por cerca de 5% do valor adicionado do setor em 2023 (IBGE, 2024). Embora esteja presente em diversos estados, a atividade é fortemente concentrada em Minas Gerais e no Pará, onde se localizam as maiores jazidas do país.

No contexto da transição energética, o setor mineral ganha relevância adicional ao fornecer minerais críticos indispensáveis à eletrificação da economia e à expansão das fontes renováveis. Recursos como lítio, níquel e terras raras são fundamentais para a fabricação de baterias, turbinas e equipamentos de geração de energia limpa. Além desses minerais críticos, os chamados minerais energéticos, como o urânio e outros insumos voltados à geração e ao armazenamento de energia, também passam a ocupar uma posição estratégica, dada a sua importância para garantir a segurança energética e a estabilidade das matrizes de baixo carbono. Paralelamente, empresas do setor vêm incorporando iniciativas voltadas à mitigação de emissões e à redução de impactos locais no solo e nos recursos hídricos, alinhando-se às metas nacionais e globais de descarbonização (IEA, 2021; EPE, 2025; ANM, 2024a; IBRAM, 2024b).

Dadas a complexidade e a diversidade de produtos e processos, esta seção está estruturada em quatro partes: (i) principais produtos minerais; (ii) papel do setor na transição energética; (iii) estrutura da cadeia de valor; e (iv) consumo energético e emissões associadas à produção mineral.

2.1. Produtos minerais

Os recursos minerais geralmente são classificados em duas grandes categorias: não metálicos e metálicos. Os não metálicos, como calcário, areia, argila e fosfato, têm uso predominante na construção civil e na fabricação de insumos agrícolas, especialmente fertilizantes. Já os metálicos se dividem em ferrosos (como o ferro e o manganês) e não ferrosos (como o alumínio, o cobre, o níquel e o lítio), desempenhando papel central nas indústrias de base e na transição energética, ao viabilizar tecnologias de eletrificação, armazenamento e transmissão de energia.

Dentro desse grupo, os chamados minerais energéticos, como o urânio, entre outros, são utilizados na geração e no armazenamento de energia, ganham importância estratégica no contexto das políticas de descarbonização (MME/SGM, 2018). Essa relação pode ser observada na [Tabela 1](#), que sintetiza esse panorama inicial ao apresentar os principais bens minerais relacionados à transição energética, descrevendo suas aplicações e propriedades industriais. Ela abrange um amplo conjunto de minerais essenciais para setores como energia, construção civil, metalurgia e tecnologia, permitindo visualizar a diversidade de insumos associados às diferentes cadeias produtivas.

Tabela 1: Principais produtos produzidos no setor mineral no contexto da transição energética

Produto	Descrição e aplicação
Urânio	Elemento radioativo, utilizado como combustível em reatores nucleares para a geração de energia elétrica em usinas nucleares.
Minério de Ferro	Majoritariamente utilizado na fabricação de aço e ferro fundido, e é amplamente utilizado em turbinas eólicas, estruturas de usinas solares, rede de transmissão e outras infraestruturas essenciais.
Manganês	É utilizado na produção de ligas de aço de alta resistência e em baterias avançadas, contribuindo para turbinas eólicas, estruturas de usinas solares, veículos elétricos e outras tecnologias essenciais da transição energética.
Nióbio	Utilizado para melhorar a resistência, a leveza e a eficiência de ligas metálicas usadas em turbinas eólicas, motores elétricos, baterias avançadas e equipamentos de alta performance
Níquel	Aplicado na produção de aços inoxidáveis e em baterias recarregáveis, contribuindo para componentes estruturais, sistemas de armazenamento de energia e sistemas elétricos.
Vanádio	Empregado principalmente em ligas de aço especiais, que apresentam maior resistência mecânica e à corrosão. Também tem aplicação em baterias de fluxo, utilizadas para armazenamento de energia renovável.
Silício metálico	Fundamental para a indústria eletrônica e de semicondutores e usado em chips, painéis solares, ligas de alumínio e produtos químicos.
Bauxita	Utilizada para a produção de alumínio, a bauxita compõe estruturas leves empregadas em painéis solares, turbinas eólicas e sistemas de transmissão.
Cobalto	Empregado principalmente na produção de baterias recarregáveis de íon-lítio para veículos elétricos, armazenamento de energia e eletrônicos, além de superligas metálicas de alta resistência térmica usadas em turbinas, motores e componentes de alta performance.
Cobre	Usado na condução elétrica e térmica, o cobre compõe cabos, motores, transformadores e demais equipamentos essenciais dos sistemas de energia.
Cromo	Empregado na produção de aços inoxidáveis e ligas resistentes, o cromo compõe estruturas, componentes mecânicos e equipamentos expostos a altas temperaturas e corrosão.

Produto	Descrição e aplicação
Chumbo	Presente na fabricação de baterias, revestimentos e ligas de proteção, o chumbo compõe sistemas de armazenamento de energia, cabos e materiais de blindagem.
Estanho	Empregado na produção de soldas, revestimentos e ligas metálicas, o estanho compõe conexões elétricas, componentes eletrônicos e materiais anticorrosivos.
Grafita	Empregada na fabricação de ânodos de baterias, refratários (materiais que resistem a temperaturas muito altas) e lubrificantes, a grafita compõe sistemas de armazenamento de energia, componentes industriais e estruturas expostas ao calor.
Lítio	Presente na produção de baterias de alta densidade energética, o lítio compõe sistemas de armazenamento, veículos elétricos e equipamentos eletrônicos portáteis.
Prata	Amplamente utilizada em aplicações industriais e tecnológicas, a prata compõe contatos e circuitos elétricos, células fotovoltaicas, catalisadores e dispositivos médicos.
Ouro	Empregado em conexões elétricas, componentes eletrônicos e sistemas de comunicação, o ouro compõe circuitos de alta confiabilidade e dispositivos que exigem excelente condução e resistência à corrosão.
Silício (ou sílica)	Empregado na fabricação de células fotovoltaicas, semicondutores e componentes eletrônicos, a sílica compõe painéis solares, microchips e sistemas digitais.
Terras raras	Conjunto de 17 elementos químicos: lantânio, cério, praseodímio, neodímio, promécio, samário, európio, gadolínio, térbio, disprósio, hólmio, érbio, escândio, túlio, itérbio, lutécio e ítrio. São utilizados na indústria de alta tecnologia para produção de turbinas eólicas e carros híbridos. Também são utilizadas na fabricação de televisores de tela plana, telefones celulares, lâmpadas fluorescentes compactas, ímãs permanentes, catalisadores de gases de escapamento, lentes de alta refração e mísseis teleguiados.
Zinco	Presente em revestimentos anticorrosivos, ligas metálicas e baterias, o zinco compõe estruturas expostas ao intemperismo, componentes industriais e sistemas de armazenamento de energia.

Fonte: elaboração própria com base em documentos e relatórios produzidos pela ANM (2000, 2001, 2024a, 2024b, 2024c), DPMN (2009) e MME (2009, 2010, 2018, 2021, 2022, 2023a, 2023b).

2.2 O setor mineral na transição energética

A partir dessa visão geral, avança-se para uma classificação mais focada. Embora muitos dos minerais listados na [Tabela 1](#) sejam relevantes para a transição energética, apenas parte deles é considerada estratégica para o Brasil. Essa seleção considera fatores como o risco de suprimento, a dependência externa e a importância em cadeias tecnológicas sensíveis. Os minerais desempenham papel central na transição

energética ao viabilizar tecnologias de eletrificação veicular, redes de transmissão e sistemas de armazenamento em larga escala. A demanda por minerais críticos, como lítio, cobre, níquel e cobalto, cresce rapidamente à medida que os países aceleram a descarbonização de suas matrizes energéticas (IEA, 2021).

Nesse contexto de priorização, a [Tabela 2](#) apresenta os minerais estratégicos definidos pelo MME, indicando aqueles em que o Brasil depende de importação, os utilizados em tecnologias avançadas e os que representam vantagens competitivas nacionais. Os minerais críticos são definidos como aqueles essenciais para cadeias produtivas estratégicas e com risco elevado de suprimento (IEA, 2021). Eles formam a base material das tecnologias de transição energética, como baterias, painéis solares e turbinas eólicas, consolidando-se como um elemento central do novo ciclo industrial verde.

Assim, a disponibilidade e o custo desses minerais passam a determinar não apenas o ritmo da transição energética, mas também a competitividade industrial e tecnológica das nações. Nesse contexto, a intensidade mineral da matriz energética tende a aumentar, impulsionada pela expansão da capacidade elétrica instalada, estimada em 35% entre 2024 e 2034, período em que a demanda mineral total deverá crescer cerca de 54% (EPE, 2025).

Os recursos minerais com os maiores aumentos proporcionais de demanda são aqueles associados à produção de baterias, como grafita, fósforo, lítio e terras raras. Esses insumos são considerados críticos para a transição energética por seu papel nas tecnologias de baixo carbono. No Brasil, o Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos (CTAPME) é o órgão responsável por identificar projetos minerários prioritários e definir os minerais estratégicos do país (Brasil, 2021).

Tabela 2: Relação de minerais críticos para a transição energética do Brasil

Bens minerais que o Brasil depende de importação	Bens minerais utilizados na aplicação em produtos e processos de alta tecnologia	Bens minerais em que o Brasil detém vantagens competitivas quando comparado a outros países
Enxofre	Minério de Cobalto	Minério de Alumínio
Minério de Fosfato	Minério de Cobre	Minério de Cobre
Minério de Potássio	Minério de Estanho	Minério de Ferro
	Minério de Grafita	Minério de Grafita
	Minério de Silício	Minério de Ouro
	Minério de Lítio	Minério de Manganês
	Minério de Nióbio	Minério de Nióbio
	Minério de Níquel	Minério de Urânio

Fonte: elaboração própria com base na Resolução nº 2, de 18 de junho de 2021 (MME, 2021), do Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM/MME, que estabelece a relação de minerais estratégicos para o Brasil.

A expansão das fontes renováveis, em especial solar e eólica, constitui hoje o principal vetor de aumento da demanda mineral. Estimativas indicam que a energia eólica deverá responder por cerca de 40% do consumo projetado entre 2024 e 2034, devido ao uso intensivo de metais na fabricação de turbinas e estruturas de suporte (EPE, 2025). A energia solar, por sua vez, é fortemente dependente de silício, prata e cobre, fundamentais para painéis fotovoltaicos. Em ambos os casos, a necessidade mineral não se limita à geração: envolve também transmissão, inversores e sistemas de armazenamento, o que reforça o caráter sistêmico da mineração na transição energética.

Em linha com esse movimento, a Agência Nacional de Mineração (ANM) classifica como substâncias relevantes para a transição energética minerais como alumínio, cobre, cromo, grafita, lítio, manganês, níquel e zinco, por sustentarem a infraestrutura renovável e a eletrificação (ANM, 2024a). Embora não estejam no núcleo dos minerais críticos, ferro e aço permanecem estratégicos para o Brasil pela centralidade que ocupam em cadeias industriais e de exportação.

O fortalecimento dessas cadeias minerais está diretamente conectado às transformações tecnológicas nos setores energético e automotivo. A transição para uma economia de baixo carbono exige não apenas a expansão da extração, mas também a inovação nas rotas produtivas e no uso desses materiais em equipamentos de nova geração. No caso da mobilidade, o processo tende a ser gradual, combinando o avanço dos veículos elétricos com o uso contínuo de biocombustíveis e de tecnologias híbridas. Esse caminho reduz as pressões imediatas sobre minerais críticos e aproveita as vantagens comparativas do Brasil, como a matriz elétrica predominantemente renovável e a infraestrutura consolidada de etanol (EPE, 2018).

2.3 Cadeia de valor

A cadeia de valor do setor mineral abrange todas as etapas produtivas, desde a pesquisa geológica até a comercialização dos minérios. No Brasil, essas etapas incluem: a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, a disposição de estéreis e rejeitos, a produção, o transporte e a comercialização (Brasil, 1967). Como os recursos minerais pertencem à União, a sua exploração depende de concessão, permissão ou licença emitida pela ANM (ANM, 2025c; Brasil, 1988).

Pesquisa: A pesquisa mineral é autorizada pela ANM por meio do Alvará de Pesquisa e envolve a delimitação e caracterização das jazidas. Nessa fase, realizam-se mapeamentos geológicos, levantamentos geofísicos, sondagens, análises laboratoriais e modelagens destinadas a estimar o volume, o teor e a viabilidade econômica (ANM, 2025c).

Lavra: Corresponde à fase de extração do minério do subsolo, podendo ocorrer a céu aberto ou em minas subterrâneas. Envolve desmonte, carregamento, perfuração e remoção de materiais estéreis, com monitoramento ambiental e geotécnico contínuo. Nessa etapa, definem-se métodos de exploração, sequenciamento operacional e controle de diluição para maximizar recuperação e segurança (IBRAM, 2024b).

Desenvolvimento da mina: Inclui as atividades de preparação física e operacional do empreendimento após a viabilidade econômica. Abrange abertura de acessos, implantação de infraestrutura (sistemas elétricos, drenagem, ventilação, oficinas, redes de água e comunicação), planejamento de cavas e galerias, além da estruturação do pátio industrial. É uma etapa de alto investimento inicial e define a vida útil do projeto (IBRAM, 2024b).

Beneficiamento: Conjunto de processos físicos e físico-químicos destinados a elevar o teor do mineral de interesse e adequá-lo às especificações industriais. Abrange etapas como britagem, moagem, classificação granulométrica, concentração, separação magnética, flotação, espessamento e filtragem. O objetivo é remover impurezas, reduzir o volume de material estéril e aumentar a recuperação metalúrgica, tornando o minério apto para etapas posteriores de transformação (IBRAM, 2024b).

Disposição de estéreis e rejeitos: Refere-se ao gerenciamento do material não aproveitado no beneficiamento. A disposição pode ocorrer em pilhas de estéril, barragens de rejeito, empilhamento a seco ou recirculação para uso industrial. A gestão adequada dessa etapa é determinante para a segurança operacional e o impacto ambiental, sendo regulada por normas específicas de barragens e controle hidrológico (ANM, 2025b).

Produção: A estrutura produtiva do setor é marcada pela predominância de pequenas e médias empresas, responsáveis por cerca de 65% dos empreendimentos em 2023, com destaque para a produção de bauxita e ouro (ANM, 2025a). Minerais como o ferro, concentram-se em operações de grande porte, o que reflete elevada intensidade de capital e forte concentração empresarial.

Transporte: Engloba o deslocamento do minério beneficiado ou bruto até unidades de processamento, portos, ferrovias, plantas industriais ou centros consumidores. Pode envolver ferrovias, rodovias, minerodutos e cabotagem, dependendo do mineral e da localização geográfica. Os custos logísticos são parcela significativa do custo total, especialmente em commodities de baixo valor agregado por tonelada, como minério de ferro (IBRAM, 2024b).

Comercialização: Etapa final da cadeia, correspondente à venda doméstica ou internacional do minério. Os contratos podem ocorrer no mercado spot ou via acordos de longo prazo, com preços influenciados pela qualidade do minério, logística e dinâmica global de oferta e demanda. No mercado externo, China, União Europeia e Estados Unidos se mantêm entre os principais destinos da produção mineral brasileira, enquanto no mercado interno predomina o consumo pelas indústrias de siderurgia, construção civil e energia (USGS, 2024; SECEX, 2023; IBRAM, 2024a).

2.4. Consumo energético e emissões

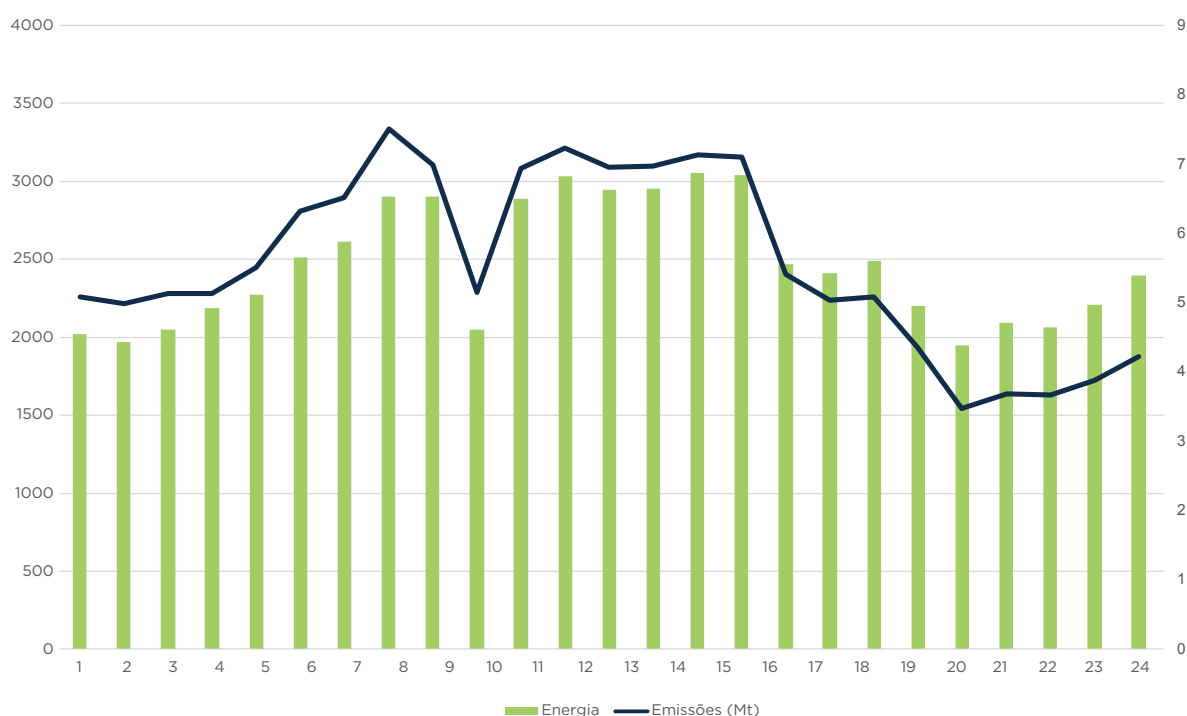
Além das características da sua cadeia produtiva, o setor mineral passou por mudanças relevantes no seu perfil energético nas últimas duas décadas. Observa-se uma

redução gradual da participação dos combustíveis fósseis e, conseqüentemente, das emissões associadas. Ainda assim, o consumo energético permanece como a principal fonte de emissões do setor, especialmente nas etapas iniciais da produção, que são mais dependentes de combustíveis fósseis.

Segundo o Inventário de Emissões do Setor Mineral (IBRAM, 2024b), a mineração responde por cerca de 0,6% das emissões nacionais de GEE. Esse montante é o equivalente a aproximadamente 11,3 milhões de toneladas de CO₂e, das quais 59% decorrem da queima de combustíveis fósseis, sobretudo do óleo diesel (IBRAM, 2024b).

A [Figura 1](#) mostra a evolução do consumo energético e das emissões do setor mineral entre 2000 e 2024. O consumo de energia cresceu de 2,2 mil tep em 2000 para 3,3 mil tep em 2008, seguido por um aumento das emissões para cerca de 8 MtCO₂e. Após a queda de 2009, devido à crise financeira internacional, o setor se recuperou e entrou em um período de estabilidade entre 2010 e 2015. A partir de 2016, as trajetórias passam a se diferenciar: enquanto o consumo de energia se mantém em patamares próximos aos observados no início da série, as emissões apresentam redução mais acentuada. Em termos comparativos, níveis semelhantes de consumo, em torno de 2,2 mil tep, estiveram associados a emissões de aproximadamente 6 MtCO₂e em 2001, contra cerca de 3,2 MtCO₂e em 2020.

Figura 1: Evolução do consumo energético e emissões do setor mineral, 2000-2024



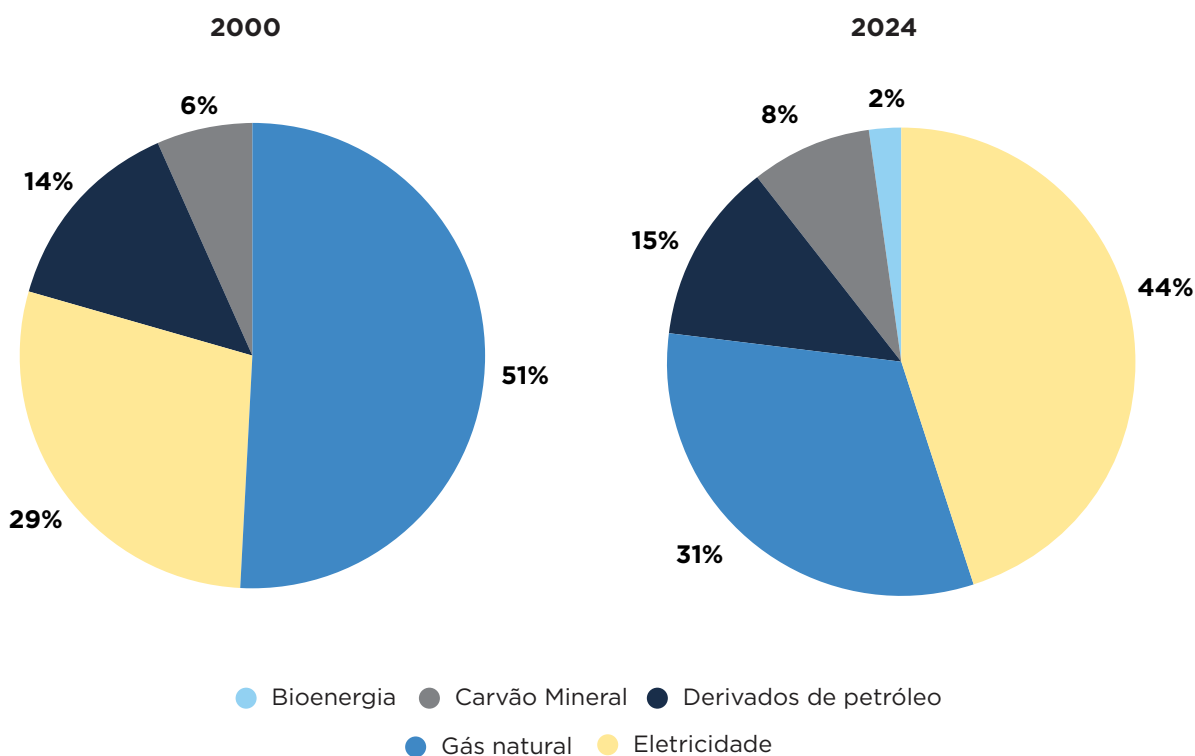
Fonte: elaboração própria com base nos dados da SIE/MME (2025) e SEEG (2025).

Nota: o eixo da esquerda representa o volume de energia (em unidades compatíveis com o balanço energético, por tep), enquanto o eixo da direita indica as emissões associadas (em milhões de toneladas de CO₂ equivalente - MtCO₂e).

Esse deslocamento observado na [Figura 1](#) indica uma redução da intensidade de emissões do setor mineral, possivelmente relacionada à adoção de fontes de energia mais limpas, à substituição parcial de combustíveis fósseis e ganhos de eficiência energética ao longo do período analisado. Essa dinâmica está diretamente relacionada à forma como a energia é utilizada nas diferentes etapas da cadeia produtiva mineral.

Nas fases de extração e transporte, a demanda energética concentra-se predominantemente na operação de máquinas pesadas e nos sistemas de transporte até os centros de beneficiamento, com elevado uso de combustíveis fósseis. Já as etapas de beneficiamento e processamento apresentam maior grau de eletrificação, sobretudo nos processos de britagem e moagem, que demandam grandes volumes de eletricidade e, em alguns casos, cogeração a gás natural, conforme amplamente documentado na literatura internacional e evidenciado nos dados setoriais de consumo energético (IEA, 2021; IEA, 2025; EPE, 2024). Para compreender melhor o consumo energético no setor mineral, é apresentada a [Figura 2](#), que detalha a evolução da matriz energética do Brasil no setor mineral nos anos de 2000 e 2024.

Figura 2: Consumo da matriz energética brasileira do setor mineral em 2000 e 2024



Fonte: elaboração própria com base nos dados da SIE/MME (2025).

Nota: a figura indica a participação percentual da matriz energética brasileira do setor mineral por fonte, para os anos de 2000 e 2024. A bioenergia corresponde à energia obtida a partir da matéria orgânica, como biocombustíveis e biomassa.

A matriz energética brasileira do setor mineral passou por alterações significativas nas últimas duas décadas. No início dos anos 2000, os derivados de petróleo dominavam o consumo energético. Com o passar dos anos, esse quadro foi gradualmente revertido, impulsionado pela expansão da eletrificação e pela substituição parcial do óleo combustível por diesel. Nesse processo, a bioenergia também ganhou relevância, impulsionada pela adição obrigatória do biodiesel ao diesel, incorporando, assim, uma fonte renovável ao consumo energético do setor (SIE/MME, 2024; IBRAM, 2024b; EPE, 2024).

Apesar dos avanços na eletrificação e na diversificação da matriz, o setor mineral ainda apresenta amplo potencial de descarbonização, por meio, principalmente, da substituição de combustíveis fósseis e da adoção de processos de beneficiamento e transformação menos intensivos em carbono (IBRAM, 2024; MME, 2024).

3. Produção no setor mineral

A produção mineral brasileira apresenta elevada diversidade geológica e desempenha papel relevante na economia nacional, especialmente pela geração de receitas públicas associadas à exploração dos recursos minerais. Em 2023, a produção dos principais minerais no país totalizou R\$ 204 bilhões, evidenciando a importância econômica do setor (ANM, 2025a). Para efeito de comparação, esse valor é da mesma ordem de grandeza do PIB anual de grandes municípios brasileiros com forte base industrial, como Campinas (SP), segundo dados do Produto Interno Bruto dos Municípios do IBGE de 2021.

Além de seu peso econômico direto, a atividade mineral gera receitas públicas relevantes por meio de mecanismos específicos de arrecadação. Uma das principais receitas públicas associadas à atividade mineral é a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), instrumento de arrecadação pública que incide sobre a receita da comercialização da produção mineral. A CFEM tem como finalidade compensar a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios pela exploração dos recursos minerais em seus territórios, constituindo uma das principais fontes de receitas públicas vinculadas à atividade mineral. Em 2023, a arrecadação da CFEM alcançou aproximadamente R\$ 6,2 bilhões (ANM, 2025a).

Nesse contexto, este capítulo analisa a produção mineral no Brasil, com foco na estrutura produtiva do setor e no desempenho recente da produção. A análise contempla a distribuição da produção por substâncias e por unidades da federação, bem como a arrecadação associada à CFEM, de modo a evidenciar os padrões de concentração produtiva e fiscal e a dinâmica econômica e territorial da mineração no país.

3.1 Estrutura e desempenho da produção mineral

A estrutura produtiva do setor mineral no Brasil apresenta forte concentração regional. Em 2023, Minas Gerais (44,6%) e Pará (43,2%) responderam, juntos, por 87,8% da produção nacional, reflexo da importância do Quadrilátero Ferrífero e da Província Mineral de Carajás ([Tabela 3](#)). Além da concentração regional, a produção mineral brasileira é fortemente dependente do minério de ferro, que correspondeu a 73% do valor total comercializado no período. Esse padrão evidencia a centralidade do ferro na dinâmica produtiva do setor e contribui para a elevada concentração econômica e fiscal observada na mineração nacional.

Tabela 3: Valor da produção mineral comercializada dos principais minérios metálicos por Unidade da Federação, 2023

Unidade da Federação	Valor (R\$ em bilhão)	Participação (%)
Minas Gerais	91,170	44,6
Pará	88,224	43,2
Goiás	6,697	3,3
Bahia	6,537	3,2
Mato Grosso	4,335	2,1
Outros estados	7,439	3,6
Total	204.402	100,00

Fonte: elaboração própria com base nos dados da ANM (2025a).

Além de analisar a produção por estado brasileiro e o montante financeiro associado, também é relevante observar a distinção entre produção beneficiada e comercializada. Essa separação é apresentada na [Tabela 4](#), a partir da qual é possível identificar o destaque do ferro como o mineral com maior volume de produção comercializada (de aproximadamente 418 milhões de toneladas), que movimentou cerca de R\$ 147,5 bilhões em valor, o que representa quase três quartos do total nacional.

Outros minerais relevantes foram o cobre com valor de aproximadamente R\$ 16,8 bilhões, o ouro com valor de aproximadamente R\$ 19,7 bilhões e o alumínio/bauxita com valor aproximado de R\$ 5,2 bilhões. Já os minerais críticos para a transição energética, como o lítio e o níquel, ainda apresentam participação modesta em termos absolutos, mas espera-se um aumento de sua produção e relevância nos próximos anos. A presença de substâncias em menor escala, como a columbita-tantalita, a grafita e o vanádio, também evidencia a diversidade da base mineral, embora ainda restrita em volume e valor.

Tabela 4: Produção bruta, beneficiada e comercializada das principais substâncias metálicas, 2023

Substância	Produção Comercializada			
	Bruta		Beneficiada	
	Quantidade (em milhões de toneladas)	Valor (R\$ em milhão)	Quantidade (em milhões de toneladas)	Valor (R\$ em milhão)
Alumínio (Bauxita)	1,177	67,512.665	31,651	5.212,475
Chumbo			0,051	214,357
Cobre	0,012	1,408.191	1,238	16.826,928
Columbita-Tantalita			0,011	302,731
Cromo			0,549	531,342
Estanho			23,748	1.558,342
Ferro	21,872	1.541,581	418,112	147.590,741
Grafita	0,355	4,263	0,056	407,747
Lítio	0,217	249,700	0,172	904,292
Manganês	0,168	35,698	1,267	527,791
Nióbio			0,207	1.105,654
Níquel			0,326	6.148,588
Ouro			0,058	16.279,106
Vanádio			0,382	265,693
Zinco			0,478	1.178,785

Fonte: elaboração própria com base nos dados da ANM (2025a).

Nota: "Quantidade" refere-se ao volume físico do minério extraído. As quantidades estão expressas em milhões de toneladas e os valores monetários em milhões de reais. Valores em branco indicam a não disponibilidade do dado.

Além disso, o minério de ferro representou 83% da arrecadação total da CFEM, destacando a alta dependência fiscal em relação a esse único produto ([Tabela 5](#)). Em seguida, aparecem o cobre e o ouro, com participações de 5,2% e 5,1%, respectivamente. As demais substâncias apresentaram participações inferiores, como alumínio (2,7%), níquel (1,0%), lítio (0,9%) e nióbio (0,6%).

Tabela 5: CFEM das principais substâncias metálicas, 2023

Substância	CFEM arrecadada (R\$ em milhão)	Participação (%)
Ferro	5.133,500	83,00
Cobre	324,244	5,22
Ouro	316,558	5,10
Alumínio	164,269	2,70
Níquel	59,134	1,00
Lítio	55,074	0,90
Nióbio	35,911	0,60
Estanho	33,688	0,50
Zinco	18,268	0,30
Manganês	8,775	0,14
Cromo	8,355	0,14
Columbita-Tantalita	7,476	0,12
Grafita	7,355	0,12
Vanádio	5,282	0,09
Chumbo	4,072	0,07
Total	6.174	100,00

Fonte: elaboração própria com base nos dados da ANM (2025a).

A distribuição da CFEM entre as unidades federativas, apresentada na [Tabela 6](#), confirma a concentração produtiva em poucos estados brasileiros: Minas Gerais e Pará arrecadaram, juntos, mais de R\$ 5,7 bilhões, o que equivale a 92% do total nacional. Outros estados, como Goiás, Bahia e Mato Grosso, aparecem em posições intermediárias, mas ainda distantes dos dois grandes polos. Nos demais estados, a arrecadação é residual, o que indica que os benefícios fiscais da mineração estão fortemente concentrados em poucas regiões.

Tabela 6: CFEM das principais substâncias metálicas distribuída pelas Unidades da Federação, 2023

Região	Unidade da Federação	CFEM Arrecadada (em milhões de R\$)
Centro-Oeste	Goiás	93,095
	Mato Grosso	66,268
	Mato Grosso do Sul	65,842
	Subtotal	225,207
Nordeste	Bahia	131,748
	Alagoas	22,908
	Maranhão	17,044
	Piauí	0,583
	Rio Grande do Norte	0,142
	Pernambuco	0,042
	Ceará	0,0396
	Paraíba	0,0057
Subtotal	172,516	
Norte	Pará	2.680,626
	Rondônia	21,122
	Amazonas	18,824
	Tocantins	2,417
	Amapá	1,421
	Roraima	0,079
	Subtotal	2.724,421
Sudeste	Minas Gerais	3.056,803
	São Paulo	1,555
	Espírito Santo	0,0015
	Subtotal	3.058,35
Sul	Paraná	1,467
	Santa Catarina	0,160
	Subtotal	1,628
Brasil		6.181,96

Fonte: elaboração própria com base em dados de ANM (2025a).

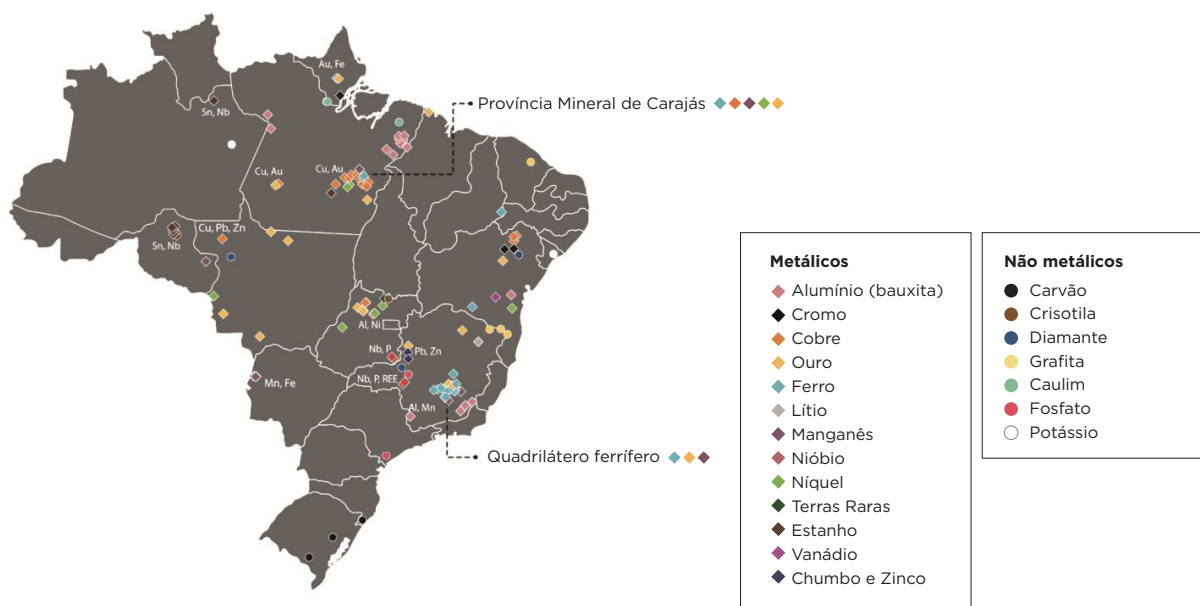
De forma geral, os dados do setor mineral brasileiro em 2023 indicam que a estrutura produtiva do país permanece altamente concentrada, tanto do ponto de vista econômico quanto territorial, com forte dependência do minério de ferro e de um número restrito de estados (ANM, 2024b; ANM, 2025a). Apesar do avanço recente de minerais críticos, esse padrão segue dominante e condiciona a distribuição da renda mineral e da arrecadação da CFEM.

Essa concentração reflete-se de maneira clara na organização espacial da atividade mineral. Minas Gerais e Pará respondem pela maior parte da produção e da renda do setor, com polos relevantes em Carajás (PA) e no Quadrilátero Ferrífero (MG), embora a atividade mineral se estenda a outras regiões do país, como ilustrado na [Figura 3](#).

Esse padrão de especialização produtiva está associado à forma como o Brasil se insere no mercado mineral internacional. O país ocupa posição de liderança global em minerais específicos e figura entre os principais produtores mundiais de commodities minerais de elevado valor econômico, como minério de ferro, cobre e ouro (OECD, 2022a). Nesse contexto, o nióbio constitui um caso emblemático da estrutura mineral brasileira. O mineral é utilizado predominantemente na siderurgia, especialmente na produção de aços de alta resistência e ligas inoxidáveis, além de aplicações não metalúrgicas relevantes, como discos de freio e componentes automotivos (ANM, 2001). Em 2022, a produção nacional de concentrado de nióbio alcançou 196 mil toneladas, com Minas Gerais respondendo por 92,1% do total e Goiás por 7,9% (ANM, 2024d).

Além disso, o minério de ferro permanece como a principal âncora do setor mineral brasileiro, com cerca de 99% da produção destinada à siderurgia (DNPM, 2009). Em 2023, a produção beneficiada desse minério atingiu 436,8 milhões de toneladas, concentrada principalmente em Minas Gerais (57,7%), Pará (39,6%) e Mato Grosso do Sul (2,4%) (ANM, 2024e). A produção de alumínio, a partir da bauxita, também apresentou desempenho expressivo no mesmo ano, totalizando 32 milhões de toneladas, majoritariamente concentrada no estado do Pará (ANM, 2024e).

Figura 3: Localização dos depósitos minerais no Brasil



Fonte: mapa retirado do relatório da OECD (2022a).

Embora a produção mineral esteja concentrada em poucos polos consolidados, o território brasileiro abriga um potencial geológico significativamente mais amplo. Evidências indicam a presença de recursos minerais relevantes distribuídos em diferentes regiões do país, ainda pouco explorados do ponto de vista produtivo. No Sudeste e no Centro-Oeste, além dos tradicionais cinturões de ferro e alumínio em Minas Gerais, destacam-se áreas ricas em cobre e nióbio em Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. No Norte, para além de Carajás, identificam-se reservas significativas de cobre e bauxita, enquanto no Nordeste a Bahia concentra depósitos de cobre e ferro, acompanhados por operações de menor escala em outros estados (ANM, 2025a). Esse quadro evidencia uma base mineral ampla e diversificada, cuja exploração permanece fortemente concentrada fora dessas áreas potenciais, revelando o descompasso entre a abundância de recursos geológicos e a produção efetiva.

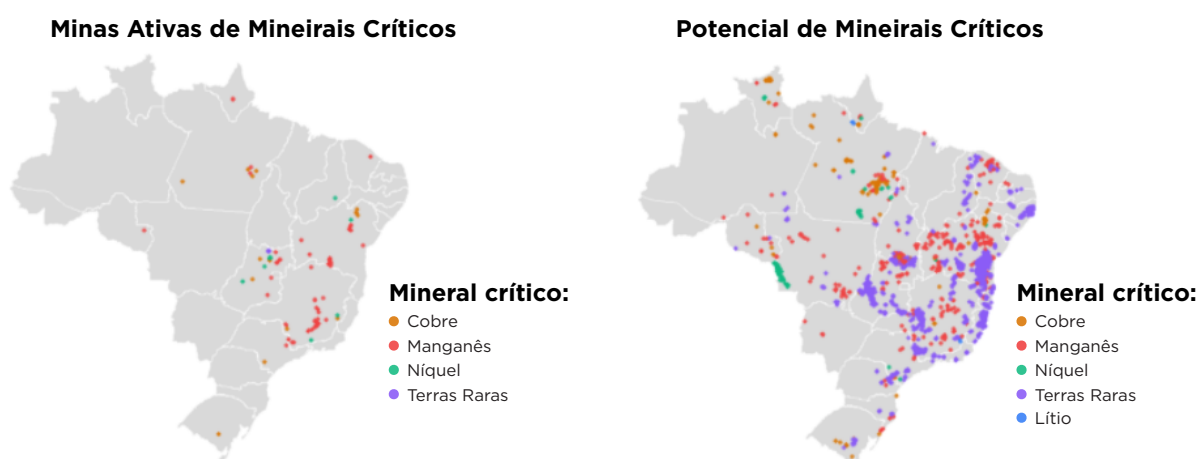
Esse descompasso é particularmente acentuado no caso dos minerais classificados como críticos. Conforme ilustrado na [Figura 4](#), a produção atual de cobre, manganês, níquel e terras raras permanece restrita a poucos polos, apesar de um potencial de expansão significativamente mais amplo, que abrange estados do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. O lítio constitui um exemplo emblemático: embora a produção já esteja em curso no Vale do Jequitinhonha (MG), há áreas adicionais com elevado potencial geológico ainda não aproveitado. A distância entre a capacidade geológica e o aproveitamento produtivo desses minerais críticos aponta para entraves institucionais, tecnológicos e de coordenação, reforçando a necessidade de alinhar políticas industriais, de inovação e de infraestrutura ao patrimônio mineral do país (ANM, 2025d).

Em síntese, a estrutura produtiva mineral brasileira permanece fortemente concentrada em poucos produtos e estados, mesmo diante de uma base geológica diversificada

e de elevado potencial econômico. Esse contraste reforça a necessidade de avançar em estratégias que promovam a diversificação produtiva, o fortalecimento de cadeias locais de beneficiamento e a redução da dependência fiscal e econômica de um único produto, ampliando a resiliência do setor frente às oscilações do mercado global.

A próxima seção aprofunda essa discussão ao analisar o perfil da demanda por minerais, com ênfase nos críticos da transição energética, destacando como o descompasso entre produção, demanda e potencial produtivo se manifesta em termos de magnitude, consumo doméstico e relevância estratégica.

Figura 4: Minas ativas e áreas de potencial de minerais críticos no Brasil, 2025



Fonte: elaboração própria com base em dados da ANM (2025b).

4. Perfil da demanda

A demanda por minerais é determinada tanto pelo nível da atividade econômica quanto pela evolução tecnológica e produtiva em curso. Nesse contexto, a transição energética introduz novas exigências ao ampliar a importância de determinados minerais utilizados em tecnologias de baixo carbono. Como resultado, observa-se um processo de reconfiguração da demanda por minerais, impulsionado pelas mudanças associadas à transição energética.

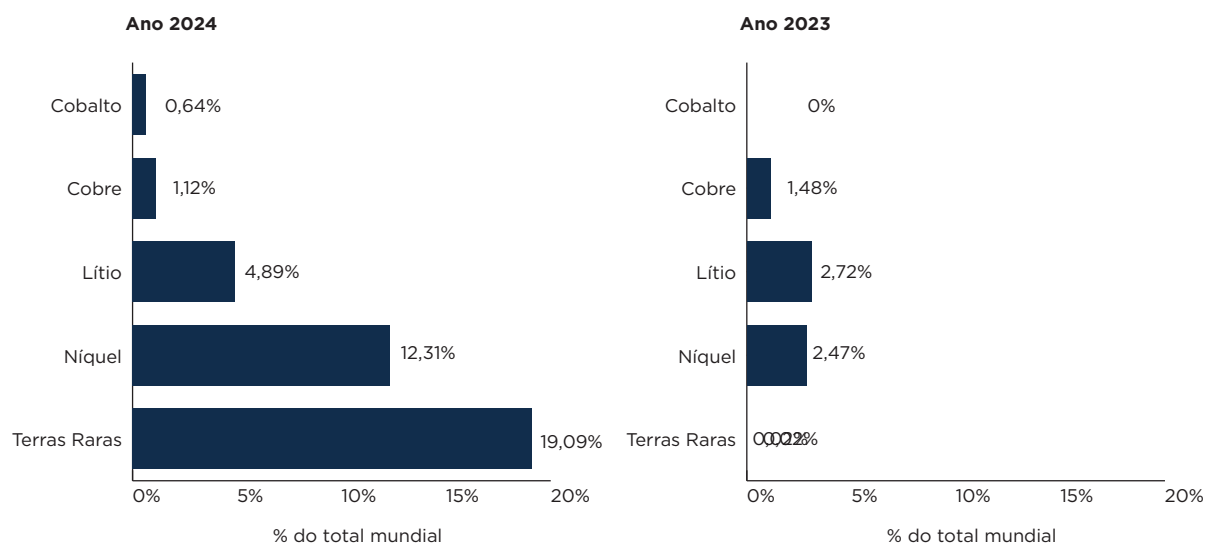
Segundo a IEA, a participação dos minerais críticos no consumo global deve mais do que triplicar até 2040, impulsionada pela eletrificação, pela mobilidade elétrica e pela expansão das energias renováveis (IEA, 2021; IEA, 2025). Tecnologias como veículos elétricos, turbinas eólicas e painéis solares ampliam significativamente a necessidade de insumos estratégicos, como lítio, cobalto, níquel, cobre e terras raras.

Enquanto os minerais tradicionais, como o ferro e o alumínio, mantêm uma demanda relativamente estável, os minerais críticos apresentam taxas de crescimento significativamente mais elevadas, refletindo as transformações em curso associadas à transição energética (EPE, 2024). Essa mudança no perfil da demanda redefine as prioridades produtivas e amplia a relevância estratégica desses minerais no cenário internacional.

Para o Brasil, esse contexto impõe o desafio de alinhar a produção mineral ao potencial de suas reservas, sob pena de perder espaço em um mercado em rápida expansão. As estimativas indicam que a ampliação das fontes renováveis deve intensificar a demanda por minerais, especialmente aqueles associados à expansão da energia solar, cuja demanda mineral pode ser até 9 vezes superior à das fontes fósseis (IEA, 2021; EPE, 2025). A transição energética, portanto, não apenas altera a matriz energética, mas também reconfigura de forma estrutural a demanda por insumos minerais.

Nesse contexto, a [Figura 5](#) permite analisar a posição do Brasil no cenário internacional ao comparar sua participação nas reservas e na produção mundial de alguns minerais críticos. A Figura 5 evidencia um descompasso entre o potencial e a produção de alguns minerais no caso brasileiro. Embora o país concentre cerca de 19% das reservas mundiais de terras raras, a sua participação na produção global é de apenas 0,2%, padrão que também se repete no caso do níquel e do lítio (OWID, 2025). Essa discrepância revela que a disponibilidade geológica, por si só, não se tem convertido em capacidade produtiva relevante no cenário internacional.

Figura 5: Participação do Brasil nas reservas e produção mundiais de minerais críticos, 2024



Fonte: elaboração própria com base nos dados de OWID (2025).

Nota: a análise concentra-se em cobalto, cobre, lítio, níquel e terras raras por se tratar de minerais amplamente reconhecidos como críticos para a transição energética (IEA, 2021), e por apresentarem dados internacionalmente comparáveis e consistentes sobre reservas e produção. Os valores na figura à esquerda representam a participação do Brasil nas reservas mundiais de cada minério, expressa em percentual do total global (%). Os valores da figura à direita indicam a participação brasileira na produção mundial (%).

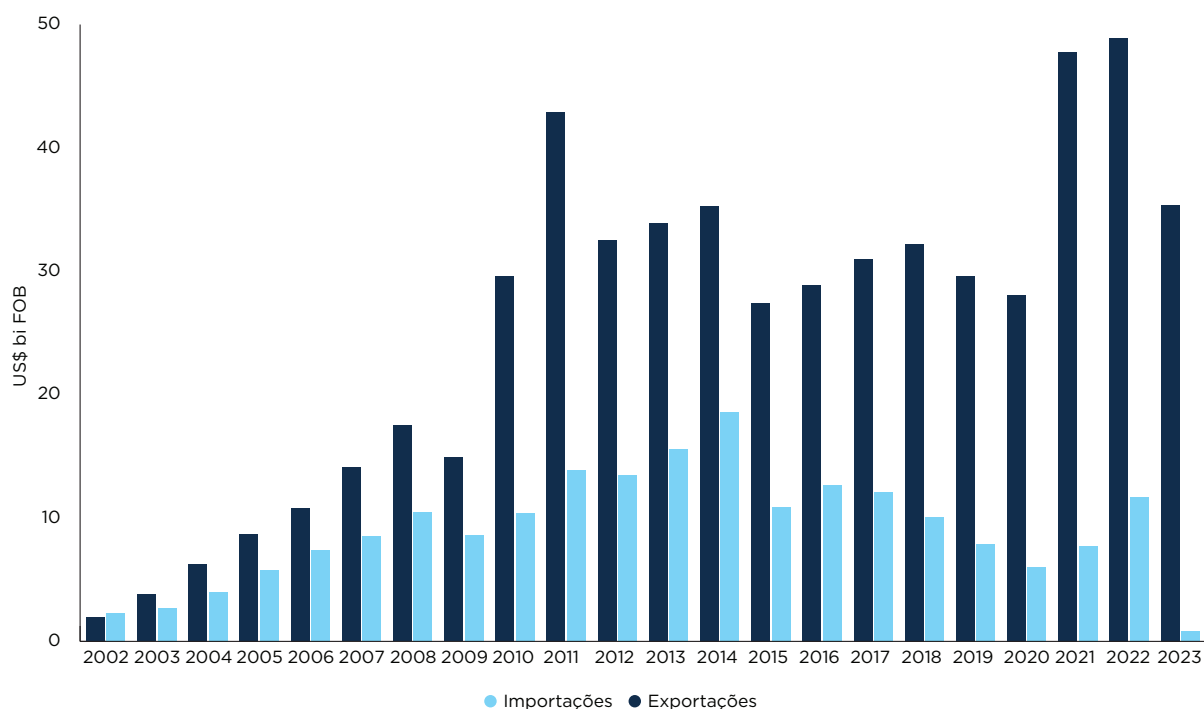
Esse descompasso decorre de entraves estruturais persistentes. Destacam-se a baixa densidade tecnológica e a dependência de soluções externas (OECD, 2022a). Soma-se a isso a concentração do mercado em grandes players e a escassez de financiamento para empresas, especialmente em fases iniciais dos projetos (USGS, 2024). A morosidade nos processos de outorga e licenciamento e a insegurança regulatória e tributária também limitam o avanço da produção mineral (IBRAM, 2023). Além disso, conflitos socioambientais frequentemente atrasam ou inviabilizam projetos estratégicos (Costa e Milanez, 2021).

5. Comércio internacional do setor mineral

O comércio internacional desempenha um papel central na dinâmica do setor mineral brasileiro, que se consolidou como um dos pilares da balança comercial do país e o segundo maior responsável pelas exportações nacionais em 2023 (ANM, 2025a). A alta demanda global por matérias-primas, combinada às extensas reservas de minérios de alto teor, posiciona o Brasil entre os maiores produtores mundiais e reforça sua forte orientação exportadora.

As exportações e importações brasileiras de minerais acompanham as dinâmicas da economia global e as dotações naturais do país. As exportações são dominadas por minerais metálicos brutos, em especial o minério de ferro, enquanto as importações concentram-se em insumos industriais e minerais estratégicos, ligados aos setores agropecuário e manufatureiro. Essa dinâmica pode ser observada na [Figura 6](#), que apresenta a evolução do valor das exportações, das importações e do saldo comercial mineral entre 2002 e 2023.

Figura 6: Evolução anual do valor das exportações, importações e saldo comercial do setor mineral, 2002-2023



Fonte: elaboração própria com dados da SECEX (2023).

Conforme destacado na [Figura 6](#), o período entre 2002 e 2009 foi marcado por forte expansão das exportações minerais, impulsionada pelo boom das commodities e pelo crescimento da economia global, em especial da China. A rápida industrialização chinesa elevou significativamente a demanda por metais e minerais básicos, sustentando uma trajetória prolongada de alta dos preços ao longo do superciclo das commodities (Erdem, 2016). Mesmo após a crise financeira internacional de 2008, o setor manteve elevado dinamismo até 2011, apoiado na robustez dos preços internacionais e na continuidade da demanda externa.

A partir de 2012, observa-se a reversão desse ciclo, com queda expressiva dos preços das commodities e retração do valor exportado, em linha com a desaceleração da economia chinesa e a expansão da oferta global de minerais (Gruss, 2014). Esse movimento marcou o fim do superciclo e expôs a elevada sensibilidade das exportações minerais brasileiras às condições do mercado internacional. A recuperação teve início em 2017, acompanhando a retomada gradual dos investimentos globais em infraestrutura e o reequilíbrio parcial da oferta. As exportações cresceram até 2019, atingindo aproximadamente US\$ 24,3 bilhões. Em 2021, em um contexto de forte desorganização das cadeias globais de suprimento, associada à pandemia, os preços do minério de ferro superaram US\$ 200 por tonelada, levando a receita externa do setor a um pico histórico. A partir de 2022, contudo, observou-se um processo de normalização, com ajuste de preços e arrefecimento da demanda internacional (IBRAM, 2022; S&P Global Commodity Insights, 2021).

As importações do setor, por sua vez, permaneceram relativamente estáveis ao longo do período analisado, oscilando entre US\$ 5 e 10 bilhões. Os picos registrados em 2011 (US\$ 10,5 bilhões) e em 2021 (US\$ 7,8 bilhões) refletem principalmente a aquisição de insumos, equipamentos e maquinário destinados à mineração e ao processamento de minerais específicos. De forma geral, esse comportamento reforça que as receitas externas do setor são fortemente determinadas pelas flutuações do mercado internacional, pelo crescimento global e pelas políticas industriais de grandes consumidores, como a China.

Para contextualizar o desempenho recente da pauta exportadora mineral, a [Tabela 7](#) apresenta a composição das exportações brasileiras do setor em 2023. Observa-se uma elevada concentração no minério de ferro, responsável por mais de 86% das vendas externas, o que confirma seu papel central na estrutura produtiva e comercial do país. Essa predominância reflete tanto a abundância geológica do minério quanto a forte dependência das exportações brasileiras da demanda siderúrgica internacional.

Os minérios de cobre, incluindo concentrados e sulfetos, figuram como a segunda categoria mais relevante, respondendo por cerca de 10% do total exportado. A participação ainda reduzida de produtos de maior valor agregado, como metais refinados ou beneficiados, evidencia o caráter primário e pouco diversificado da pauta mineral brasileira, reforçando a necessidade de políticas voltadas ao beneficiamento interno e ao desenvolvimento de cadeias industriais de maior intensidade tecnológica.

Tabela 7: Composição da pauta de exportações do setor mineral, 2023

Produto (NCM 8 dígitos ou agrupamento NCM 2 dígitos)	% do total do setor
Minérios de ferro e seus concentrados, exceto as piratas de ferro ustuladas (cinzas de piratas), não aglomerados	77,1%
Minérios de ferro e seus concentrados, exceto as piratas de ferro ustuladas (cinzas de piratas), aglomerados por processo de peletização, de diâmetro superior ou igual a 8mm e inferior ou igual a 18mm	9,3%
Minério de cobre e seus concentrados	6,8%
Sulfetos de minérios de cobre e seus concentrados	3,0%
Minérios de outros metais preciosos e seus concentrados	0,8%
Minérios de níquel e seus concentrados	0,7%
Bauxita não calcinada (minério de alumínio)	0,4%
Outros minérios de manganês e seus concentrados, incluindo os minérios de manganês ferruginosos e seus concentrados, de teor em manganês de 20% ou mais, em peso, sobre o produto seco	0,3%
Magnésia calcinada a fundo e outros óxidos de magnésio	0,3%
Outros	1,4%
Total do setor	100%

Fonte: elaboração própria com dados da SECEX (2023).

A análise da distribuição geográfica das exportações do setor mineral em 2023, apresentada na [Tabela 8](#), evidencia um padrão de concentração da China, que responde por cerca de 60% das exportações do setor. A demanda chinesa por commodities minerais impulsiona o crescimento das exportações brasileiras e afeta diretamente os preços internacionais. Ainda, segundo a Tabela 8, além da China, outros mercados asiáticos, como Malásia (5,0%), Japão (3,5%) e Bahrein (3,1%), também aparecem como destinos importantes para os produtos minerais brasileiros. A Ásia, como um todo, é uma região que concentra cerca de 75% das exportações do setor, destacando a importância da região na demanda por matérias-primas para o desenvolvimento de infraestrutura, indústrias de alta tecnologia e energia.

Tabela 8: *Ranking* dos principais destinos comerciais das exportações do setor mineral, 2023

País	% das exportações do setor
China	58,8%
Malásia	5,0%
Japão	3,5%
Bahrein	3,1%
Alemanha	2,9%
Omã	2,4%
Países Baixos (Holanda)	2,3%
Coreia do Sul	2,1%
Outros países	19,9%

Fonte: elaboração própria com dados da SECEX (2023).

Em termos de importações, a pauta é bem mais diversa, com a predominância de certos minérios essenciais para processos industriais e para setores específicos da economia. Essa condição reflete a dependência do Brasil em relação a alguns minerais estratégicos de baixa disponibilidade interna. Para contextualizar esse ponto, a [Tabela 9](#) abaixo apresenta a composição da pauta de importações do setor mineral no Brasil em 2023.

Tabela 9: Composição da pauta de importações do setor mineral, 2023

Produto (NCM 8 dígitos ou agrupamento NCM 2 dígitos)	% do total do setor
Molibdenita ustulada (minérios de molibdênio)	37,5%
Sulfetos de minérios de zinco	19,8%
Sulfetos de minérios de cobre e seus concentrados	12,5%
Minérios de ferro e seus concentrados, exceto as piritas de ferro ustuladas (cinzas de piritas), aglomerados por processo de peletização, de diâmetro superior ou igual a 8mm e inferior ou igual a 18mm	8,7%
Zirconita (minério de zircônio)	3,8%
Outros minérios de molibdênio, ustulados, seus concentrados	3,1%
Farinhas siliciosas fósseis (por exemplo, <i>kieselguhr</i> , tripolita, diatomita) e outras terras siliciosas análogas de densidade aparente não superior a 1, mesmo calcinadas	2,0%
Outros minérios de titânio e seus concentrados	1,9%

Produto (NCM 8 dígitos ou agrupamento NCM 2 dígitos) % do total do setor

Magnésia eletrofundida	1,9%
Magnésia calcinada a fundo e outros óxidos de magnésio	1,6%
<i>Outros produtos</i>	<i>7,4%</i>
Total do setor	100%

Fonte: elaboração própria com dados da SECEX (2023).

As importações do setor mineral no Brasil, em 2023, foram concentradas em produtos destinados ao uso industrial. Destaca-se a molibdenita ustulada, que respondeu por 37,5% do total importado e é empregada na produção de ligas de aço de alta resistência e em processos de refino de petróleo. Em seguida, aparecem os sulfetos de minérios de zinco (19,8%), amplamente utilizados na galvanização do aço para evitar a corrosão. Outros produtos relevantes incluem os sulfetos de cobre (12,5%) e os minérios de ferro aglomerados por peletização (8,7%), que também integram a pauta de importações. Esse perfil reflete demandas específicas da indústria nacional que a produção doméstica ainda não atende plenamente, seja por limitações de escala, seja por restrições tecnológicas.

Diferentemente das exportações, fortemente concentradas no minério de ferro, as importações do setor mineral apresentam maior diversidade de produtos e de origens. Esse padrão indica a necessidade de complementar a oferta doméstica e de assegurar o funcionamento de cadeias produtivas industriais de alto desempenho e de tecnologias avançadas. Trata-se, portanto, de um ponto sensível para a competitividade do setor, uma vez que a escassez ou o encarecimento desses insumos pode afetar a produção em segmentos estratégicos da economia brasileira.

Para contextualizar essa dinâmica comercial, a [Tabela 10](#) apresenta o ranking das principais origens das importações do setor mineral em 2023.

Tabela 10: *Ranking* das principais origens comerciais das importações do setor mineral, 2023

País	% das importações do setor
Chile	42,8%
Peru	21,7%
China	8,7%
Estados Unidos	6,0%
África do Sul	4,9%
Outros países	15,9%
Total	100%

Fonte: elaboração própria com dados da SECEX (2023).

O Chile lidera o fornecimento ao Brasil, com cerca de 43% do total das importações do setor mineral, impulsionado pelo envio de cobre, insumo essencial aos setores de eletrificação, de infraestrutura e de construção. Em seguida, o Peru responde por cerca de 22%, também concentrado em cobre e em outros metais estratégicos. Juntos, esses dois países representam mais de 60% das importações, destacando a centralidade da América Latina no abastecimento de minerais essenciais à economia brasileira.

Por outro lado, a China (8,7%) e os Estados Unidos (6%) complementam a pauta com insumos e tecnologias de maior valor agregado. A China se destaca como fornecedora de terras raras e metais tecnológicos, enquanto os EUA concentram as exportações de equipamentos e tecnologias para a mineração.

6. Panorama do mercado de trabalho no setor mineral

O setor mineral desempenha papel relevante na geração de emprego e renda em diversas regiões brasileiras, especialmente nos municípios onde a atividade extrativa constitui a principal fonte de arrecadação e de ocupação formal. Como discutido em seções anteriores, a atividade mineral apresenta forte concentração geográfica, com poucos polos produtivos, como o Quadrilátero Ferrífero (MG) e a Província Mineral de Carajás (PA), responsáveis pela maior parcela dos vínculos formais da mineração no país (ANM, 2025a; MME, 2024).

Para situar a dinâmica do mercado de trabalho mineral em perspectiva comparativa, a [Tabela 11](#) apresenta o panorama do emprego formal em setores selecionados da economia brasileira, com ênfase em setores estratégicos no contexto da transição energética.

Observa-se que, em 2024, o setor de mineração registrou aproximadamente 219 mil vínculos formais. No que se refere à composição da força de trabalho, a participação feminina no setor mineral é reduzida, correspondendo a cerca de 16% dos vínculos formais. Em termos de qualificação, aproximadamente 17% dos trabalhadores atuam em ocupações de alta qualificação, definidas como aquelas que exigem ensino superior completo ou classificadas como de alta qualificação segundo a CBO, proporção semelhante à observada na metalurgia e inferior à registrada em setores como óleo e gás.¹

Tabela 11: Resumo do mercado de trabalho formal por setor econômico no Brasil, 2024

Setor Econômico	Número de Trabalhadores (em mil)	Participação Feminina (%)	% Alta Qualificação	Salário Médio (R\$)
Metalurgia	212	14%	16%	5.673
Cimento	16	17%	28%	6.129
Mineração	219	16%	17%	5.577
Transporte	531	22%	18%	5.833
Óleo e Gás	95	18%	53%	20.310
Elétrico	124	19%	37%	9.232

¹ Em razão dos prazos de processamento dos dados, esse relatório utiliza a versão parcial da RAIS 2024, restrita ao setor privado. Todas as conclusões apresentadas se mantêm quando é utilizada a RAIS 2024 completa.

Setor Econômico	Número de Trabalhadores (em mil)	Participação Feminina (%)	% Alta Qualificação	Salário Médio (R\$)
Outros setores industriais	6.656	32%	12%	3.848
Resto do mercado formal	33.482	44%	22%	3.552

Fonte: elaboração própria com base na RAIS (2024).

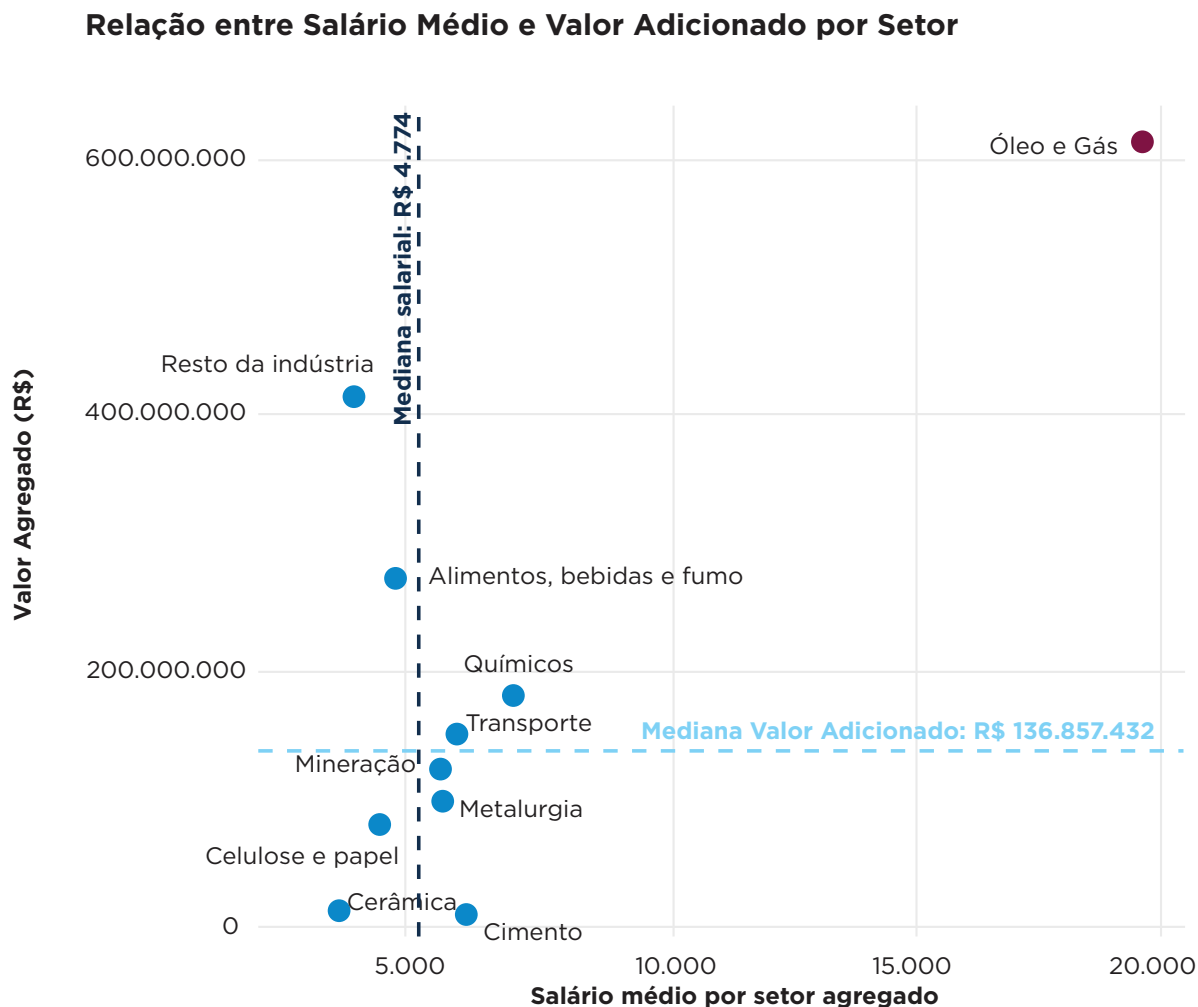
Nota: os valores representam salários médios reais mensais (INPC deflacionado) por grupo ocupacional da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). A identificação dos setores foi realizada com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). Os trabalhadores de alta qualificação correspondem àqueles com ensino superior ou que atuam nas funções de alta qualificação de trabalho. Os setores foram identificados com base nos códigos CNAE: Metalurgia (24), Cimento (232), Mineração (05, 07, 08, 09), Óleo e Gás (0600, 0910, 1921, 1922), Elétrico (351), Transporte (29, 30) e outros setores industriais (10 até 33). O grupo denominado "Resto do mercado formal" compreende os demais códigos da CNAE não incluídos nas categorias anteriores.

Embora a mineração empregue um contingente relativamente menor de trabalhadores, sua contribuição econômica é expressiva. Nesse sentido, a [Figura 7](#) apresenta a relação entre o salário médio por setor (eixo horizontal) e o valor adicionado agregado (eixo vertical) para diferentes ramos da indústria. O valor adicionado é utilizado como uma proxy direta da contribuição de cada setor para o Produto Interno Bruto (PIB), refletindo o montante de riqueza efetivamente gerado ao longo do processo produtivo de cada setor analisado. Com essa figura, é possível comparar como distintos setores industriais se posicionam quanto à remuneração do trabalho e à geração de valor econômico.

Os dados indicam que setores mais intensivos em capital tendem a combinar salários médios mais elevados com maior geração de valor econômico. O setor de óleo e gás, por exemplo, ocupa posição destacada, com remunerações significativamente acima da média e elevado valor adicionado, refletindo sua alta produtividade e relevância macroeconômica. Outros segmentos industriais relevantes para a transição energética, como os químicos, a metalurgia e o transporte, apresentam combinações intermediárias desses indicadores.

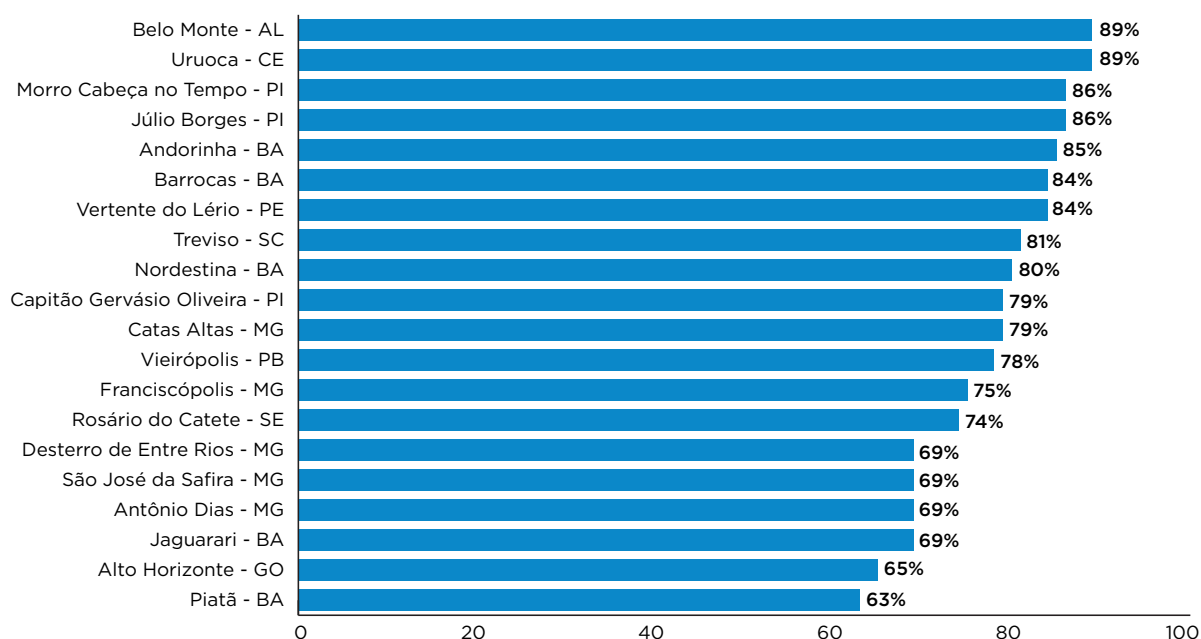
Nesse contexto, a mineração se posiciona estrategicamente, com salário médio próximo à mediana do conjunto industrial, em torno de R\$ 5 mil. Ainda, o setor gera valor adicionado por trabalhador próximo da mediana das indústrias, situando-se em patamar comparável ou superior ao de diversas atividades industriais. Esse resultado reforça o caráter produtivo da mineração e sua relevância econômica, especialmente como base para cadeias produtivas essenciais à transição energética. Assim, mesmo com menor intensidade de emprego, como observado na coluna 2 da [Tabela 11](#), a mineração desempenha papel central na geração de valor, na sustentação do PIB industrial.

Figura 7: Relação entre salário médio e valor adicionado, setores industriais selecionados no Brasil, 2024



Fonte: elaboração própria com base nos dados da PIA (2022) e do RAIS (2024).
 Nota: a identificação dos setores foi feita a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

O setor mineral tem forte impacto local, especialmente em municípios cuja economia depende quase integralmente da mineração. Para entender o contexto desse fato, a [Figura 8](#) apresenta os municípios com maior dependência da mineração sob a ótica do mercado de trabalho formal. A dependência aqui é medida pela participação da massa salarial da mineração no total da massa salarial do emprego formal municipal.

Figura 8: Top 15 municípios mais dependentes do setor de mineração em termos de massa salarial, 2024

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da RAIS (2024).

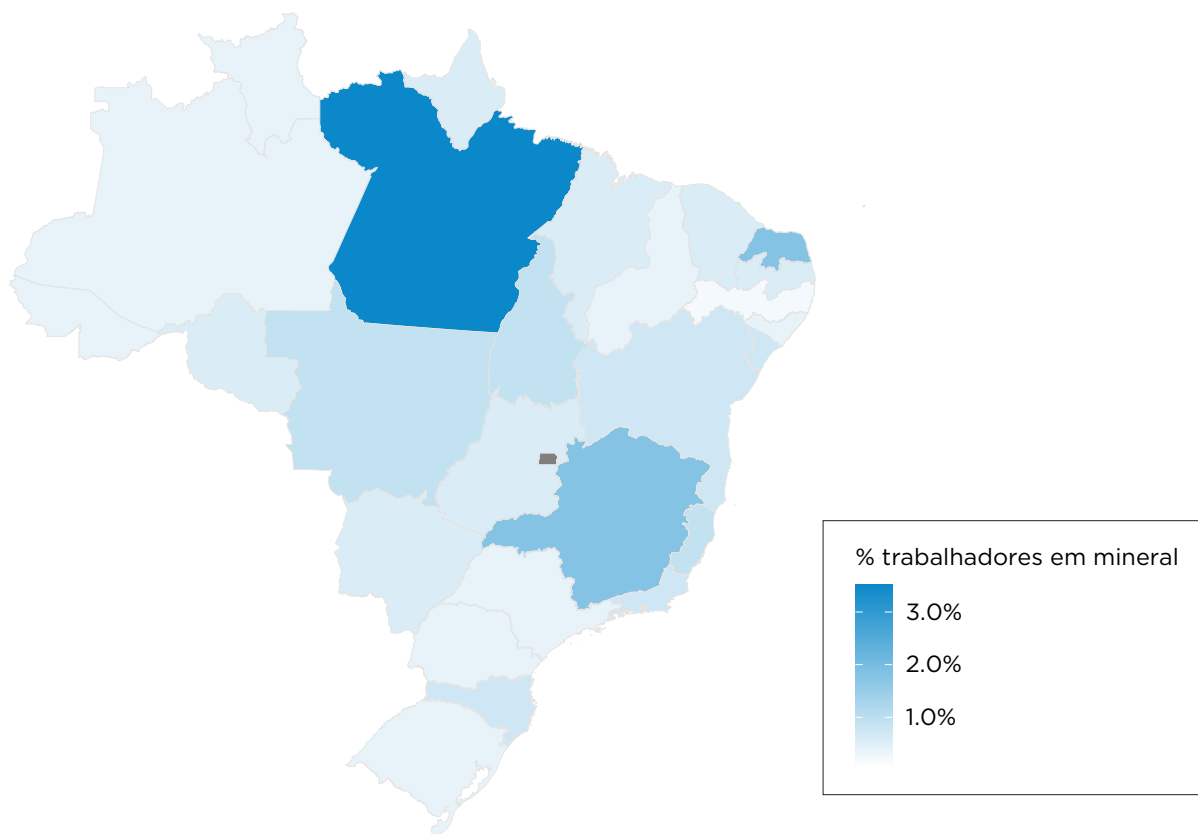
Nota: a identificação dos setores foi feita a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0).

O setor foi identificado com base nos códigos CNAE: mineração (05, 07, 08, 09).

Municípios como Belo Monte (AL), Uruoca (CE), Morro Cabeça no Tempo (PI) e Júlio Borges (PI), apresentam níveis de dependência superiores a 86%, indicando que a maior parte da renda formal local provém do setor mineral. Essa elevada concentração econômica e produtiva torna esses territórios particularmente vulneráveis a choques de mercado, interrupções produtivas ou mudanças regulatórias, reforçando a importância de estratégias de diversificação econômica e de planejamento territorial de médio e longo prazo.

Embora a dependência da mineração se manifeste de forma particularmente intensa em municípios específicos, esse padrão está inserido em uma estrutura mais ampla de concentração regional da atividade. A [Figura 9](#) reforça o cenário de forte concentração regional e geográfica do setor, ao apresentar a proporção de trabalhadores do setor mineral em cada estado em relação ao total nacional. A partir da figura é possível perceber que o Pará responde por uma parcela expressiva dessa força de trabalho, com cerca de 3,8% dos trabalhadores empregados no setor mineral, seguido por Minas Gerais e pelo Rio Grande do Norte. Essa concentração reflete a localização de grandes reservas minerais apresentadas na Figura 9, com destaque para a Província Mineral de Carajás (PA) e para o Quadrilátero Ferrífero (MG).

Figura 9: Distribuição de trabalhadores no setor de mineração para os estados do Brasil, 2024



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da RAIS (2024).

Nota: A identificação dos setores foi realizada com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). O setor foi identificado com base nos códigos CNAE: mineração (05, 07, 08, 09).

Em resumo, o mercado de trabalho da mineração brasileira caracteriza-se por elevada concentração geográfica, baixos níveis de emprego relativo e remuneração média superior à observada em grande parte da indústria. No contexto da transição energética, esse padrão representa, simultaneamente, uma oportunidade de geração de renda qualificada em regiões específicas e um risco de aprofundamento das desigualdades regionais, caso não seja acompanhado por políticas de capacitação, diversificação produtiva e fortalecimento das cadeias locais.

7. Conclusão

O setor mineral desempenha papel estratégico na transição energética ao fornecer insumos essenciais para a eletrificação da economia e a expansão das fontes renováveis. Ao mesmo tempo, enfrenta o desafio de adequar seus próprios processos produtivos aos compromissos de redução de emissões e de uso eficiente dos recursos naturais. Essa dupla dimensão, como provedor de insumos críticos e como um setor chamado a avançar na sustentabilidade, define sua centralidade no novo cenário energético.

Nos próximos anos, o setor deverá conciliar a expansão produtiva com a diversificação industrial, ampliando a participação de minerais críticos e promovendo maior agregação de valor. O aproveitamento do potencial brasileiro em substâncias como lítio, níquel e terras raras depende do fortalecimento das etapas de processamento e beneficiamento, capazes de transformar vantagens geológicas em capacidades tecnológicas e industriais.

A demanda que a transição energética impõe ao setor mineral tem implicações diretas e profundas sobre o mercado de trabalho. A expansão da exploração de minerais críticos, ainda que estratégica do ponto de vista energético e industrial, não se traduz automaticamente em empregos de qualidade nem em desenvolvimento local sustentável. Em muitos casos, a atividade mineral permanece associada a um número reduzido de postos de trabalho, de baixa qualidade e limitada diversificação das economias locais, especialmente em municípios fortemente dependentes da extração. Esse contexto reforça a necessidade de incorporar à agenda da transição energética um olhar específico sobre a qualidade dos postos de trabalho, a qualificação da força de trabalho local e os impactos territoriais das atividades do setor mineral.

Além disso, o fortalecimento das etapas de beneficiamento, processamento e transformação mineral é fundamental para evitar que o Brasil permaneça restrito ao papel de exportador de minério bruto. A incorporação de maior valor agregado à produção cria oportunidades de emprego mais qualificadas, estimula o encadeamento produtivo local e reduz a vulnerabilidade econômica dos territórios mineradores. Assim, a transição energética no setor mineral deve ser compreendida não apenas como um desafio ambiental e produtivo, mas também como uma agenda central de política de emprego, desenvolvimento regional e qualificação do trabalho.

Em síntese, o futuro da mineração brasileira depende da capacidade de articular competitividade e sustentabilidade, ampliando a produção de insumos estratégicos, promovendo inovação e assegurando elevados padrões de responsabilidade ambiental e social. A transição energética representa, assim, não apenas um desafio, mas também uma oportunidade para consolidar o papel do Brasil como fornecedor confiável e sustentável de minerais essenciais à economia do futuro.

Referências

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2000). Sumário Mineral Brasileiro 2000: Cromo. Disponível em: bit.ly/4bPwPva

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2001). Sumário Mineral Brasileiro 2001: Nióbio. Disponível em: bit.ly/4qF8VX4

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2024a). Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas - 2023. Disponível em: bit.ly/4rKDF9R

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2024b). Sumário Mineral 2024 (Ano-base 2023): Nióbio. Disponível em: bit.ly/4tBlpQQ

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2024c). Caracterização da Indústria Extrativa do Lítio no Brasil. Disponível em: bit.ly/3Oi7tfG

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2024d). Sumário Mineral 2024 (ano base 2023). Ferro. Disponível em: bit.ly/4ahOquH

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2024e). Sumário Mineral 2024 (ano base 2023). Alumínio. bit.ly/4qEzT15

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2025a). Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas - 2024. Ano-Base 2023. Disponível em: bit.ly/46MRkVO

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2025b). SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração: Processos Minerários do Brasil. Disponível em: bit.ly/4ky4Tlj

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2025c). Exploração Mineral. Disponível em: bit.ly/4rnSuzE

Agência Nacional de Mineração (ANM). (2025d). SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração: Processos Minerários do Brasil (atualização diária).

Brasil. (1967). Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Disponível em: bit.ly/4bViFc4

Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: bit.ly/3OHizWQ

Brasil. (2021). Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021. Disponível em: bit.ly/4aANOPG

Brasil. (2024). Conselho Nacional de Política Energética, Resolução nº 5, de 26 de agosto de 2024. Disponível em: bit.ly/4bSSYsD

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). (2009). Economia Mineral do Brasil. Disponível em: bit.ly/4rhixID

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2018). Eletromobilidade e Biocombustíveis: Documento de apoio ao PNE 2050. Brasília: MME/EPE. Disponível em: bit.ly/4kDUdhA

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2024). Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2024. Disponível em: bit.ly/4tuOGOh

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). (2025). Minerais críticos e estratégicos para a transição energética. Disponível em: bit.ly/4tBgW1K

Erdem, F. P. (2016). Revisiting super-cycles in commodity prices. Central Bank Review, 16(4), 145–158. Disponível em: bit.ly/4ai9dyc

Gruss, B. (2014). After the boom: Commodity prices and economic growth in Latin America and the Caribbean. IMF Working Paper, WP/14/154. International Monetary Fund. Disponível em: bit.ly/4riHfIL

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2021). Produto Interno Bruto dos Municípios – Ano-base mais recente. Disponível em: bit.ly/3M9q9h9

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2024). Contas Nacionais Trimestrais – Indicadores de Volume e Valor Adicionado: 3º Trimestre de 2024. Disponível em: bit.ly/3ZB0b9o

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). (2022). Setor Mineral – 2021 (Apresentação coletiva de imprensa, 01 fev. 2022). Disponível em: bit.ly/3Zxbsrd

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). (2023). Balanço do Setor Mineral 2023. Disponível em: bit.ly/4rPD32S

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). (2024a). Relatório anual de atividades e resultados do setor mineral 2023/2024. Disponível em: bit.ly/4qBLWvV

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM). (2024b). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Mineral: Ano-base 2022. Disponível em: bit.ly/4rsnj5W

International Energy Agency (IEA). (2021). The role of critical minerals in clean energy transitions. Paris: IEA. Disponível em: bit.ly/3Mmo3KT

International Energy Agency (IEA). (2023). World Energy Outlook 2023. Disponível em: bit.ly/4rdwas9

International Energy Agency (IEA). (2024). Clean Energy Market Monitor 2024. Disponível em: bit.ly/3MFQHXq

International Energy Agency (IEA) (2025). Global critical minerals outlook 2025: Executive summary. Paris: IEA. Disponível em: bit.ly/3OefmCR

Japan Automobile Manufactures Association Toyota. (JAMA). (2022). Relatórios técnicos sobre tecnologias híbridas e combustíveis neutros em carbono. Disponível em: bit.ly/4asrSWH

Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). (2021). Resolução nº 2, de 18 de junho de 2021: define a relação de minerais estratégicos para o País. Disponível em: bit.ly/3Oh9adg

Ministério de Minas e Energia (MME). (2022). Política Pró-Minerais Estratégicos. Disponível em: bit.ly/4tBLdxA

Ministério de Minas e Energia (MME). (2023a). Importante para a construção de placas solares, silício também é muito utilizado na construção civil e no setor automobilístico. Disponível em: bit.ly/4tBLfWe

Ministério de Minas e Energia (MME). (2023b). Minerais estratégicos: Terras Raras são utilizados para produção de turbinas eólicas e carros híbridos. Disponível em: bit.ly/466X6I7

Ministério de Minas e Energia (MME). (2024). Guia para o Investidor Estrangeiro em Minerais Críticos para a Transição Energética no Brasil. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). Brasília: MME. Disponível em: bit.ly/4csvlqQ

Ministério de Minas e Energia/Sistema de Informações Energéticas (SIE/MME). (2024). Disponível em: bit.ly/4amtCkc

Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). (2009). Relatório Técnico 60: Perfil de Ferroligas. Disponível em: bit.ly/4ahbzNN

Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). (2010). Relatório Técnico 25: Perfil do Minério de Zinco. Disponível em: bit.ly/3OefFxy

Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). (2018). Curso de Introdução à Mineração Para as Embaixadas Brasileiras. Disponível em: bit.ly/4csvJpi

Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). (2021). Resolução nº 2, de 18 de junho de 2021. Disponível em: bit.ly/4qx0QUl

Norgate, T., & Haque, N. (2009). Energy and greenhouse gas impacts of mining and mineral processing operations. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 266-274.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2022b). Governança regulatória no setor de mineração no Brasil. Disponível em: bit.ly/3Zx7mzk

Our World in Data (OWID) (2025). Minerals Data Explorer. Disponível em: bit.ly/4r-QqG6O

Pesquisa Industrial Anual (PIA). (2022). Ministério da Economia / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: bit.ly/4aivxaZ

Rapson, D., & Muehlegger, E. (2024). NBER Working Paper. The economics of electric vehicle. Disponível em: bit.ly/4avuvap

Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). (2024). Microdados RAIS e CAGED. Disponível em: bit.ly/3O7Pxo6

United States Geological Survey (USGS). (2024). Mineral commodity summaries 2024. Disponível em: bit.ly/4aubIMC

Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). (2023). Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior (Comex Stat). bit.ly/4aU3TAf

S&P Global Commodity Insights. (2021). Feeling the heat: 5 key features of iron ore markets in 2021. Disponível em: bit.ly/4qwGydr

World Mining Data (WMD). (2024). Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism of Austria (Ed.). Viena: Austrian Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism. Disponível em: bit.ly/4rOtbGw

Apêndice A: Detalhamento da produção e reservas brasileiras de minerais estratégicos

Este apêndice complementa as análises apresentadas no corpo do relatório, oferecendo informações mais detalhadas sobre a posição do Brasil no cenário global de reservas e de produção de minerais estratégicos para a transição energética. A seguir, a [Tabela 12](#) apresenta um panorama comparativo das reservas e da produção brasileira de minerais considerados estratégicos para a transição energética, em relação ao cenário mundial. As informações foram compiladas a partir de dados da *USGS* (2024), complementadas por fontes setoriais nacionais e internacionais, com o objetivo de evidenciar o posicionamento do Brasil na oferta global desses recursos.

Os resultados indicam que o país detém vantagens expressivas em minerais críticos, como o nióbio, que concentra mais de 94% das reservas mundiais conhecidas e responde por cerca de 90% da produção global. Outros destaques são o grafite e o níquel, cujas reservas brasileiras representam 26,4% e 12,3% das reservas mundiais, respectivamente, ambos insumos essenciais para a fabricação de baterias e de componentes eletrônicos. Em termos de lítio, o Brasil aparece em 7º lugar em reservas e 5º em produção, com 1,37 milhão de toneladas de reservas e 4,9 mil toneladas produzidas em 2023, o que demonstra um avanço recente do país no mercado global impulsionado pela exploração no Vale do Jequitinhonha (MG).

Por outro lado, minerais como cobre, cobalto e terras raras ainda têm participação modesta na produção mundial, embora apresentem potencial de expansão com o aumento dos investimentos em prospecção e beneficiamento. No conjunto, o Brasil figura entre os 10 maiores produtores mundiais em ao menos sete dos onze minerais avaliados, reforçando seu papel estratégico na cadeia global de fornecimento de tecnologias de baixo carbono, incluindo veículos elétricos, energias renováveis e armazenamento energético.

Tabela 12: Produção e reservas brasileiras de minerais estratégicos 2024 e 2023

Mineral	Reserva 2024 (t)	Mundo (t)	Participação (%)	Ranking
Lítio	1.370.000	28.000.000	4,89%	7º
Cobre	11.200.000	1.000.000.000	1,12%	12º
Níquel	16.000.000	130.000.000	12,31%	3º
Nióbio	16.000.000	17.000.000	94,12%	1º
Terras Raras	21.000.000	110.000.000	19,09%	3º

Mineral	Reserva 2024 (t)	Mundo (t)	Participação (%)	Ranking
Cobalto	70.000	11.000.000	0,64%	9°
Vanádio	120.000	19.000.000	0,63%	5°
Grafita	74.000.000	280.000.000	26,43%	2°
Silício (Quartzo)	-	N/A	-	-
Manganês	270.000.000	1.900.000.000	14,21%	4°
Alumínio (Bauxita)	2.700.000.000	30.000.000.000	9,00%	5°
Lítio	4.900	180.000	2,72%	5°
Cobre	326.600	22.000.000	1,48%	14°
Níquel	89.000	3.600.000	2,47%	9°
Nióbio	75.000	83.000	90,36%	1°
Terras Raras	80	350.000	0,02%	10°
Cobalto	6.400	210.000	3,05%	4°
Vanádio	6.400	100.000	6,40%	4°
Grafita	73.000	1.600.000	4,56%	3°
Silício (Quartzo)	390.000	9.000.000	4,33%	4°
Manganês	620.000	20.000.000	3,10%	5°
Alumínio (Bauxita)	31.000.000	400.000.000	7,75%	4°

Nota: os minerais listados são considerados estratégicos para a transição energética segundo o PNTE, com base em sua relevância tecnológica e na participação na cadeia global de baixo carbono.

Após apresentar a posição brasileira em termos de reservas e produção global, é relevante compreender o papel tecnológico e energético desempenhado por cada mineral estratégico. A abundância de um recurso só se traduz em vantagem competitiva quando associada a aplicações industriais que o conectam diretamente às cadeias de baixo carbono, como baterias, turbinas eólicas, painéis solares, redes de transmissão e sistemas de armazenamento. No intuito de oferecer melhor contexto, a [Tabela 13](#) apresenta uma síntese das aplicações dos principais minerais utilizados na transição energética, evidenciando suas funções tecnológicas e industriais nas rotas de eletrificação e descarbonização.

Tabela 13: Descrição dos minerais críticos/estratégicos e suas aplicações no processo de transição energética

Mineral	Papel na transição energética
Aço	Construção de linhas e estruturas de transmissão
Alumínio	Energia solar fotovoltaica Rede elétrica É essencial para energias renováveis (solar, eólica, biomassa) e para fontes convencionais (como carvão e gás natural)
Cobre	Rede elétrica Hidrelétrica Energia solar (<i>Concentrating Solar Power - CSP</i>) Energia eólica
Cromo	Energia geotérmica Energia nuclear Hidrelétrica
Ferro	Construção de linhas e estruturas de transmissão
Fósforo (Fosfato)	Eletrificação da frota e utilização em baterias
Grafita	Eletrificação da frota e utilização em baterias
Lítio	Eletrificação da frota e utilização em baterias
Manganês	Fabricação de baterias de lítio e veículos elétricos (VEs) Produção de veículos elétricos (VEs) e baterias Energia geotérmica Hidrogênio
Níquel	Energia eólica Energia solar Energia nuclear
Silício ou Sílica	Energia solar (placas solares) Eletrificação da frota e utilização em baterias
Terras raras	Fabricação de ímãs permanentes para geradores eólicos e motores elétricos Turbinas eólicas Energia eólica Energia solar (CSP)
Zinco	Bioenergia Hidrelétrica

Fonte: elaboração própria com base em EPE (2025).

