



Soberania
& Clima

Minerais críticos e estratégicos no Brasil – dilemas de uma agenda inadiável

Maria Amélia Enríquez

FICHA INSTITUCIONAL

Conselho de Administração

Marcelo Furtado
Nina Valentini
Sergio Westphalen Etchegoyen

Diretora Executiva

Mariana Nascimento Plum

Diretor Administrativo-Financeiro

Newton Raulino

Coordenador de Pesquisa

João Paulo Pereira dos Santos

Coordenadora de Projetos

Mila Campbell

Coordenadora de Comunicação

Valéria Amorim

Assistente Administrativa-Financeira

Leandra Barra

Revisão

Bruna Ferreira

Revisão Técnica

João Paulo Pereira dos Santos
Mila Campbell

Projeto Gráfico

Pedro Bopp

Diagramação

Valéria Amorim
Yan Montezuma

APOIO:



2026

Minerais críticos e estratégicos no Brasil – dilemas de uma agenda inadiável

Maria Amélia Enríquez

Palavras-chave:

1. Minerais críticos e estratégicos (MCEs); 2. Transformação mineral; 3. Política industrial; 4. Desenvolvimento econômico

As opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade do(a) (s) autor(a)(es)(as), não refletindo, necessariamente, a posição das instituições envolvidas.

Sumário

Sumário Executivo	4
1. Introdução	8
2. Minerais Críticos e Estratégicos (MCEs) – diferentes perspectivas	10
3. Novo cenário	17
4. A perspectiva brasileira dos MCEs	19
4.1 Destaques e características de seis MCEs no Brasil: grafita, elementos de terras raras, cobre, níobio, níquel e lítio.....	23
4.1.1 Grafita.....	24
4.1.2 Elementos de Terras Raras (ETR)	26
4.1.3 Cobre	30
4.1.4 Níobio.....	32
4.1.5 Níquel.....	35
4.1.6 Lítio.....	39
5. Políticas brasileiras para os MCEs.....	43
5.1. As perspectivas dos atores-chave.....	45
6. Desafio da sustentabilidade da mineração dos MCEs.....	49
7. Síntese e recomendações	53
8. Considerações finais.....	56
Referências	58

Minerais críticos e estratégicos no Brasil – dilemas de uma agenda inadiável¹

— Maria Amélia Enríquez²

Sumário Executivo

O intenso interesse global sobre o tema dos minerais críticos e estratégicos (MCEs) tem colocado o Brasil no centro de um fogo cruzado em que, de um lado, há uma intensa pressão geopolítica para assegurar o acesso rápido às jazidas e, dessa maneira, assegurar suprimento de matérias-primas aos centros demandantes, mas, de outro, há também expectativas de que o Brasil possa bem aproveitar suas reservas para avançar a estágios de maior agregação de valor e se colocar como um protagonista relevante nesse campo.

A partir da definição do que são os MCEs, onde estão e por que são considerados indispensáveis, este estudo tem como objetivo elucidar quatro questões: 1) Qual a relevância socioeconômica dos MCEs em termos locais, nacionais e globais? 2) Quais os níveis de agregação de valor desses MCEs no Brasil? 3) Por que é indispensável agregar valor aos MCEs? 4) Quais as externalidades socioambientais que a expansão da procura, da exploração e da extração desses MCEs geram?

Principais mensagens

A importância dos MCEs para as novas tecnologias da transição energética é amplamente reconhecida desde o Acordo de Paris, em 2015. Todavia, ganhou maior expressividade com o crescimento global dos gastos com a área da defesa, potencializada pela conjuntura de guerra e de turbulências do cenário geopolítico internacional.

O estudo chama atenção para o fato de que a criticidade dos bens minerais não é um atributo absoluto, mas tem a ver com a necessidade de quem demanda. Por exemplo, o nióbio é crítico para o resto do mundo, mas não para o Brasil; ao contrário, ele é estratégico, já que somos o líder da oferta global. Em 2022, o Brasil definiu uma relação de 24 MCEs, entre os quais o potássio é considerado altamente crítico, uma vez que mais de 90% de sua demanda depende da oferta externa, tornando o país vulnerável a eventuais interrupções. Portanto, a escassez doméstica e o risco de suprimento são o que define a criticidade do bem mineral. Ademais, o peso na balança comercial, entre outros fatores, é o que garante o caráter estratégico do bem mineral para o Brasil.

1. Estudo realizado com suporte financeiro do Instituto Clima e Sociedade (ICS).

2. Professora Titular e Pesquisadora da Universidade Federal do Pará (UFPA).

O Brasil tem reservas comprovadas de praticamente todos os MCEs de sua relação e extrai efetivamente a quase totalidade deles. O Brasil também já conta com um conjunto de políticas públicas que visam a regulação e o fomento da produção mineral, o que tem resultado no aumento tanto da produção quanto das exportações de alguns desses bens minerais, a exemplo do lítio, do cobre, do níquel e das terras raras, apesar da volatilidade dos preços. Percebe-se também uma pressão para o aumento da extração de alguns desses bens. Contudo, há uma nítida desproporção entre a importância geopolítica internacional e o peso macroeconômico desses bens para o Brasil, em termos de exportações, emprego, renda e contribuições fiscais. Isso ocorre, fundamentalmente, porque o país ocupa apenas os primeiros estágios da cadeia produtiva, na fase da mineração, cujos efeitos positivos estão muito longe das expectativas geradas.

A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) ressalta que há forte associação entre a concentração da economia em *commodities* e o subdesenvolvimento. Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o que gera desenvolvimento econômico de longo prazo, de fato, são as inovações, e o ambiente propício para que estas ocorram encontra-se na indústria de transformação, e não no setor extrativo. Portanto, uma estratégia voltada para o desenvolvimento econômico nacional a partir da exploração dos MCEs deve ter a indústria de transformação como prioridade.

Nesse contexto, muito embora o Brasil se apresente historicamente como um relevante fornecedor de *commodities*, é necessário romper esse ciclo. Isso requer esforço redobrado, pois, distintamente dos minerais tradicionais, em que o ganho econômico é proveniente da escala de produção, no caso dos MCEs, apenas há retornos expressivos se esses bens agregarem tecnologia e valor internamente, já que sua escala é pequena e, portanto, sem efeitos macroeconômicos significativos.

Para isso, é necessário investimento compatível e *expertise* técnica, entre outros fatores, para ingressar em mercado altamente controlado por um grande *player*. O que requer parcerias estratégicas entre o setor produtivo, o governo e o sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), conforme revelam as experiências nacionais exitosas, como os casos da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), na cadeia do nióbio, e da Companhia Brasileira de Lítio (CBL), no caso do lítio.

Nesse contexto, há estreitas janelas de oportunidades, mas que podem ser expandidas e gerar competitividade dinâmica a partir da agregação de valor. Do rol dos MCEs nacionais com maiores possibilidades de agregação de valor, destacam-se o cobre, que o Brasil já acumula *expertise* e para o qual há previsão de déficit; os elementos de terras raras, que o país já conta com iniciativas promissoras; a grafita, na qual o Brasil está despontando com reservas significativas; além do lítio, para o qual há uma importante capacidade produtiva instalada. No entanto, para que haja uma transição justa, inclusiva e sustentável e que contribua de verdade para o avanço tecnológico e industrial do Brasil, é preciso fortalecer as salvaguardas socioambientais dos MCEs. Isso porque se tratam de ínfimas porções de minérios para um volume muito grande de extração, o que significa que a mineração dos MCEs é tão potencialmente impactante quanto as minas de grande escala, mas isso requer pesquisa adicional que este estudo não aprofunda.

Recomendações

1. Avançar o máximo possível na cadeia produtiva para não ser apenas um exportador de *commodity* deve ser uma das principais diretrizes estratégicas para os MCEs. Para tanto, será necessário alterar o sistema de incentivos para premiar quem agrega valor, desenvolve tecnologia e amplia o mercado de bens com maior conteúdo tecnológico.
2. Expandir e fortalecer os vínculos da mineração com a indústria de transformação, bem como com as organizações de CT&I, a fim de atender às necessidades da indústria demandante. O Magbras é um exemplo de rede voltada para produção de ímãs permanentes de terras raras e que deve ser replicada em outras cadeias produtivas.
3. Dessa forma, os princípios e as proposições práticas estão direcionados aos segmentos da mineração, da transformação mineral e da infraestrutura.

- a. Pelo lado da mineração: pactuar salvaguardas justas para assegurar o respeito aos direitos humanos e à proteção ambiental dos territórios minerados, além de equilibrada repartição da renda, de forma a assegurar benefícios líquidos para as comunidades locais e Região produtora, considerando os potenciais impactos ambientais (desmatamento, contaminação de rios e perda de biodiversidade, entre outros), sociais (frequente violação dos direitos humanos) e econômicos (a renda mineral gerada não é distribuída de forma equitativa).
- b. Pelo lado da transformação: criar mecanismos para dar visibilidade às demandas por MCEs e suas reais possibilidades de agregação de valor no mercado doméstico, bem como ampliar fontes de apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) nas Instituições de Pesquisa, nas Instituições de Ensino Superior (IES) e nas empresas. Para a conexão oferta/demanda, deve-se promover um *hub* eficiente que conecte as necessidades dos consumidores e especificidades técnicas dos bens com a disponibilidade da oferta, de modo a otimizar esforços e maximizar recursos escassos. É também necessário assegurar o compromisso do setor industrial e mineral com a agregação de valor, por exemplo, valorizar as políticas de conteúdo local.
- c. Pelo lado da infraestrutura: É necessário empreender esforços para superar os *gaps* de infraestrutura em sentido amplo - física, tecnológica, logística -, a fim de facilitar o transporte e a comercialização dos minerais e, mais ainda, sua agregação de valor.



1.

Introdução

A demanda crescente por tecnologias limpas e renováveis, impulsionada pelo imperativo de se efetivar a transição energética, vem elevando a importância dos denominados minerais críticos e estratégicos (MCEs) no cenário global, o que tem estimulado novos investimentos em exploração e extração desses minerais em várias partes do mundo. Esse estímulo está se acelerando também com o crescimento da indústria da defesa, que é muito demandante de minerais, em função da ruptura da ordem geopolítica global e do panorama de guerras ao qual o mundo assiste com perplexidade.

Como relevante *player*, o Brasil vem empreendendo esforços para expandir a oferta desses minerais, via ampliação do conhecimento geológico, por intermédio do Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2024), e do aumento da disponibilidade de bens minerais, impulsionado pelas políticas públicas com a atuação do Ministério de Minas e Energia (MME, 2011) e da Agência Nacional de Mineração (ANM, 2025), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Congresso Nacional, em especial a Frente Parlamentar da Mineração e a proposta do PL 2780/2024 (Brasil, 2024), e do mercado financeiro, por meio da oferta de debêntures incentivadas, entre outros.

No entanto, há dúvidas sobre até que ponto o Brasil aproveitará, de fato, as janelas de oportunidades que se abrem com essa onda de inovações para avançar na industrialização de seus minérios em bases sustentáveis. Nesse sentido, a pergunta norteadora deste estudo é saber quais MCEs são mais favoráveis para adensar a cadeia produtiva no *midstream* e *downstream*, tendo por base a identificação do atual estágio de processamento desses bens e os desafios que uma política pró-industrialização deve enfrentar, considerando a urgência de se prosseguir na agregação de valor a esses minerais?

“(...) quais MCEs são mais favoráveis para adensar a cadeia produtiva no *midstream* e *downstream*, tendo por base a identificação do atual estágio de processamento desses bens e os desafios que uma política pró-industrialização deve enfrentar, considerando a urgência de se prosseguir na agregação de valor a esses minerais?”

Dessa forma, o estudo apresenta um panorama amplo do atual estágio de exploração, produção e transformação dos MCEs mais relevantes no Brasil, com o objetivo de identificar as prioridades e as questões centrais que limitam a expansão da transformação industrial desses bens minerais no país.

Para isso, além desta Introdução e das Considerações Finais, o estudo está organizado em cinco seções. A seção II trata da definição de Minerais Críticos e Estratégicos (MCEs) a partir das distintas perspectivas de quem oferta e de quem demanda, via de regra, associadas ao Sul e ao Norte Global. A seção III apresenta brevemente as características desse novo cenário do mercado dos MCEs, as perspectivas de crescimento e a volatilidade dos preços. A seção IV apresenta a dinâmica brasileira dos MCEs e enfoca em seis deles: grafita, elementos de terras raras, cobre, nióbio, níquel e lítio, no sentido de identificar o peso desses minerais para a economia brasileira, bem como verificar as reais possibilidades de adensamento das cadeias de valor desses bens. A seção V trata das políticas brasileiras para os MCEs, bem como das percepções dos atores-chave. Finalmente, a seção VI analisa os desafios da sustentabilidade da mineração dos MCEs.



2.

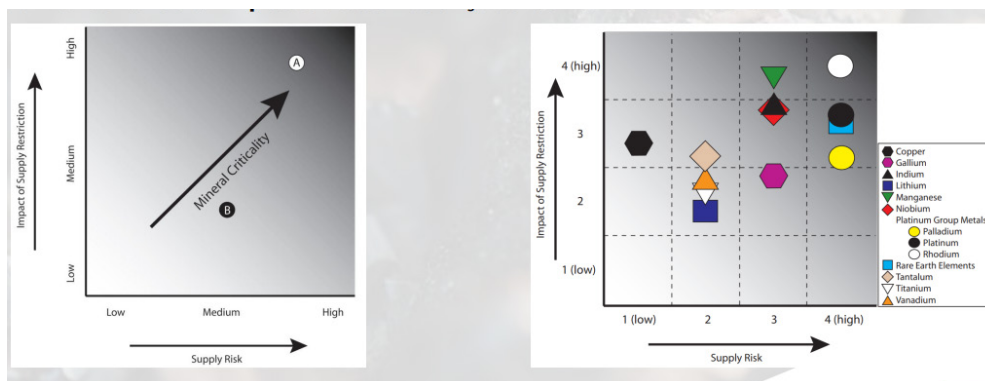
Minerais Críticos e Estratégicos (MCEs) – diferentes perspectivas

Há uma extensa literatura sobre as origens dos termos *crítico* e *estratégico* (MME, 2011; IBRAM, 2024; CE-BRI, 2025). Este último remonta a Segunda Guerra Mundial e, em especial, o período da Guerra Fria, caracterizado pela escassez de minerais para fabricação de materiais utilizados na indústria de defesa, em que manter estoques estratégicos era imperativo (MME, 2019). A primeira atividade mineral de larga escala na Amazônia, a mina de manganês do Amapá, foi implantada nesse contexto. O manganês era considerado um mineral estratégico para a indústria do aço, pois, nos anos 1950, poucos países o ofertavam, em particular a Rússia, daí a relevância de assegurar fontes confiáveis.

A noção de criticalidade, por sua vez, está relacionada ao risco, para os demandantes, de interrupção no fornecimento e aos impactos decorrentes desta falta, tais como: vulnerabilidade na produção, queda de competitividade, alta nos preços, etc. A Figura 1³ ilustra a relação entre o risco da oferta e a intensidade do impacto, bem como mostra em que nível estão os principais minerais críticos em uma perspectiva global. Nela, o ródio se destaca como mineral de maior criticalidade, enquanto o lítio aparece como o menos crítico, por esses critérios.

3. Apresentada pelo MME em palestra no Congresso Nacional (MME, 2019).

Figura 1. Critérios para definição de criticidades e posição dos minerais críticos



Fonte: MME, 2019.

Para Ku *et al.* (2024, p. 1208), os minerais críticos

são recursos vulneráveis a interrupções de seu fornecimento, e essas interrupções podem ter impactos adversos significativos na sociedade. Nos próximos anos, os riscos de fornecimento de materiais associados à transição energética e à geopolítica provavelmente se intensificarão, e novos riscos devem surgir. Isso prepara o cenário para a próxima onda de pesquisa de materiais críticos para fornecer aos tomadores de decisão em toda a indústria, governo e finanças ferramentas para entender a complexidade e a incerteza introduzidas por esses desafios do mundo real (tradução livre).

Há anos a União Europeia (UE) debate as abordagens para reduzir sua vulnerabilidade externa em relação aos minerais críticos, especialmente da China, país do qual tem forte dependência. E, no atual contexto geopolítico de retirada, ou de ameaça, dos Estados Unidos (EUA) da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), essa preocupação aumentou. A Tabela 1 mostra a porcentagem dessa dependência no fornecimento para 12 matérias-primas usadas em vários setores, com o agravante de que para muitas dessas ainda não há substituto.

Tabela 1. Dependência da União Europeia da oferta chinesa de matérias-primas

Material	Porcentagem ofertada pela China	Principais usos
Elementos de terras raras pesadas	100%	Reatores nucleares, telas de TV, fibras ópticas
Magnésio	97%	Ligas aeroespaciais, peças automotivas
Elementos de terras raras leves	85%	Catalisadores, motores de aeronaves, ímãs
Lítio	79%	Baterias, produtos farmacêuticos, cerâmicas
Gálio	71%	Semicondutores, LEDs, painéis solares
Escândio	67%	Componentes aeroespaciais, geração de energia, equipamentos esportivos
Bismuto	65%	Produtos farmacêuticos, cosméticos, ligas de baixo ponto de fusão
Vanádio	62%	Ligas de aço, aeroespacial, ferramentas
Barita	45%	Perfuração de petróleo e gás, tintas, plásticos

Germânio	45%	Fibra óptica, óptica infravermelha, eletrônicos
Grafita natural	40%	Baterias, lubrificantes, materiais refratários
Tungstênio	32%	Ferramentas de corte, eletrônicos, ligas de metais pesados

Fonte: Venditti, 2025.

Visando o enfrentamento dessas questões e considerando que o cenário da procura por esses minerais, em especial de terras raras, aumentará expressivamente nos próximos anos, em março de 2024, o Conselho Europeu implementou a Lei Europeia sobre Matérias-Primas Críticas (European Council, 2024) que visa:

1. Aumentar e diversificar o fornecimento de matérias-primas críticas da UE;
2. Reforçar a circularidade, incluindo a reciclagem;
3. Apoiar a investigação e a inovação na eficiência dos recursos e no desenvolvimento de substitutos.

Há alguns anos, o processo de *transição verde* da UE tem gerado aumento da produção local de baterias, de painéis solares, de ímãs permanentes e de outras tecnologias limpas que, por sua vez, exigem acesso a uma variedade abundante de matérias-primas. Daí também haver um grande esforço para aumentar a produção no âmbito da própria UE. Esse é o caso da Suécia, tradicionalmente um produtor de matérias-primas minerais:

É de importância central que a Suécia acelere rapidamente o trabalho da Europa para se tornar mais autossuficiente em termos de metais e minerais. Hoje, a Europa é muito dependente de algumas empresas e países fora da UE que controlam os recursos minerais e as cadeias de valor [...] devemos assumir um papel ativo nas colaborações internacionais estratégicas da UE para proteger as cadeias de valor e nos tornar menos dependentes de países e empresas individuais (livre tradução de IVA, 2025).

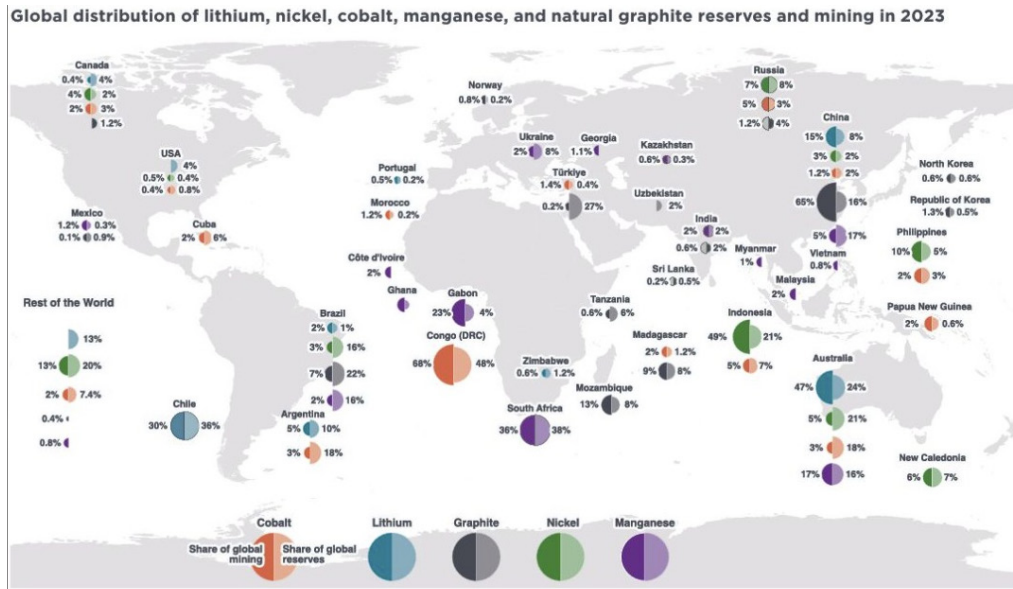
A Suécia levanta questões que Portugal, Espanha, Dinamarca e outros países europeus também vêm debatendo intensamente nos diversos fóruns sobre o tema, tais como: “O que a Suécia e a UE precisam fazer? Como melhorar a cooperação para reduzir a dependência de alguns países? Como o *cluster* de mineração sueco pode contribuir para fortalecer as cadeias de suprimentos da Europa? Como se tornar mais atraente para que empresas estrangeiras e suecas prospectem na Suécia?”, entre outros.

O caso da UE é ilustrativo dos desafios que regiões industrializadas (Norte Global), como os EUA, também enfrentam. Isso ficou evidenciado pelo Plano de Ação para Minerais Críticos (Canada, 2025) resultante da reunião do G7⁴, em junho de 2025, no Canadá. Obviamente que essa perspectiva não é universal, ela expressa muito mais o ponto de vista dos países dependentes do que o dos exportadores dos insumos minerais. Então, o debate sobre “Quais riscos? E para quem?” vai depender da posição em dotação de recursos e da geopolítica. Como é possível perceber (Figura 2), esses recursos são concentrados em alguns países.

“(...) o debate sobre ‘Quais riscos? E para quem?’ vai depender da posição em dotação de recursos e da geopolítica.”

4. “O plano define ações em três frentes principais: construção de mercados baseados em padrões; mobilização de capital e investimentos em parcerias; e estímulo à inovação tecnológica” (IstoÉ Dinheiro, 2025).

Figura 2. Distribuição global de reservas e mineração de lítio, níquel, cobalto, manganês e grafita natural em 2023



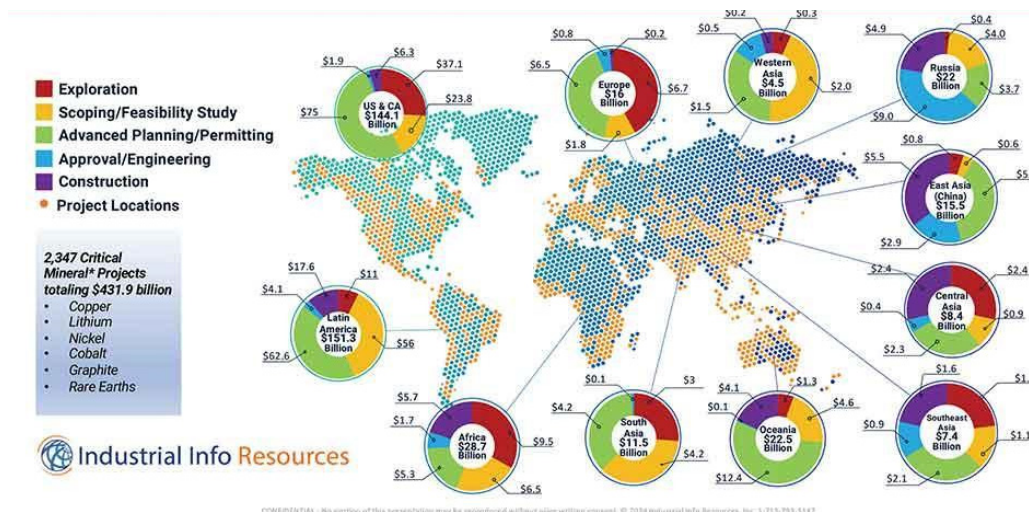
Fonte: Li, Bieker e Sen, 2024.

A Figura 2 revela que:

1. Há uma clara desproporção entre a produção do Sul Global, via de regra ofertante de *commodities* minerais, e o Norte Global, produtor de bens industrializados que demandam as *commodities*. A produção do Sul é bem maior.
2. Há também uma desproporção entre a participação dos países na mineração nos MCEs selecionados.
3. O Brasil, embora não apareça com destaque (exceto para o nióbio), é um *player* que oferta praticamente todos os MCEs mencionados (com exceção do cobalto). Ressalte-se que sua produção é proporcionalmente menor que as suas reservas, o contrário do que ocorre com a China, por exemplo.

Quanto ao estágio de produção desses projetos, a Figura 3 exhibe, para todos os continentes e regiões em destaque, as fases de pesquisa, os estudos de viabilidade, o licenciamento, as instalações e a efetiva construção das plantas para seis minerais críticos, quais sejam: cobre, lítio, níquel, cobalto, grafita e terras raras.

Figura 3. Minerais Críticos em termos Globais – projetos de mineração por estágio de beneficiamento



Fonte: Govreau, 2025.

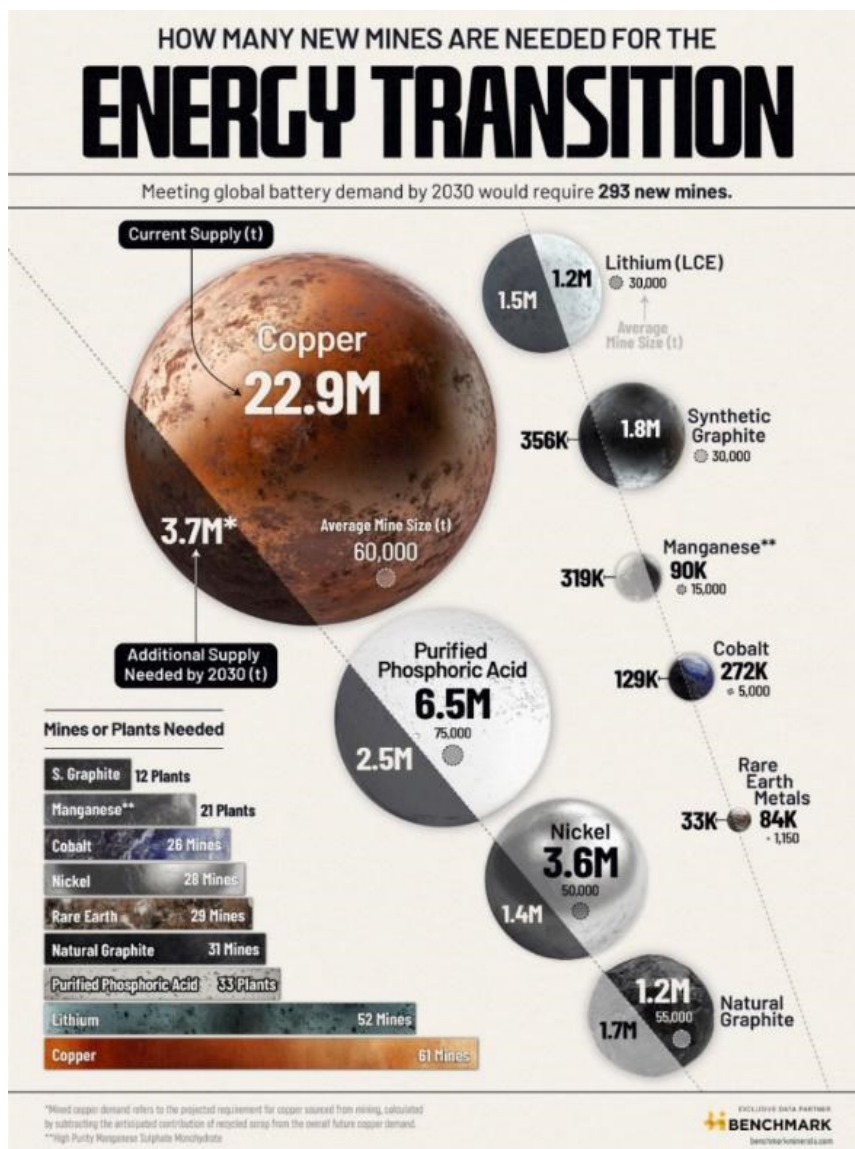
As regiões destacadas estão em diferentes estágios de produção e de investimentos. Por exemplo, no Continente Africano, predominam a pesquisa mineral e os estudos de viabilidade, o oposto do que ocorre com a China, em que dominam projetos avançados que já estão efetivamente produzindo.

Com base nas informações contidas na Figura 3 (Govreau, 2025), depreende-se que, apesar de sua dimensão geográfica, a África absorve menos de 7% dos recursos globais nessas distintas etapas da cadeia de valor. A América Latina é a que registra a maior parcela, 35%, seguida pelos EUA e pelo Canadá (33,4%). A China absorve 3,6% desses recursos. Isso demonstra que o foco da pesquisa e da extração dos MCEs está centrado na América Latina.

“(...) a África absorve menos de 7% dos recursos globais nessas distintas etapas da cadeia de valor. A América Latina é a que registra a maior parcela, 35%, seguida pelos EUA e pelo Canadá (33,4%). A China absorve 3,6% desses recursos. Isso demonstra que o foco da pesquisa e da extração dos MCEs está centrado na América Latina.”

A Figura 4 (de 2024) ilustra que será necessária a abertura de 293 novas minas até 2030 para atender às novas demandas da transição energética, com foco em nove substâncias: cobre, ácido fosfórico purificado, níquel, grafita (natural e sintética), lítio, manganês, cobalto e terras raras.

Figura 4. Estimativa de novas minas para atender à transição energética em 2030

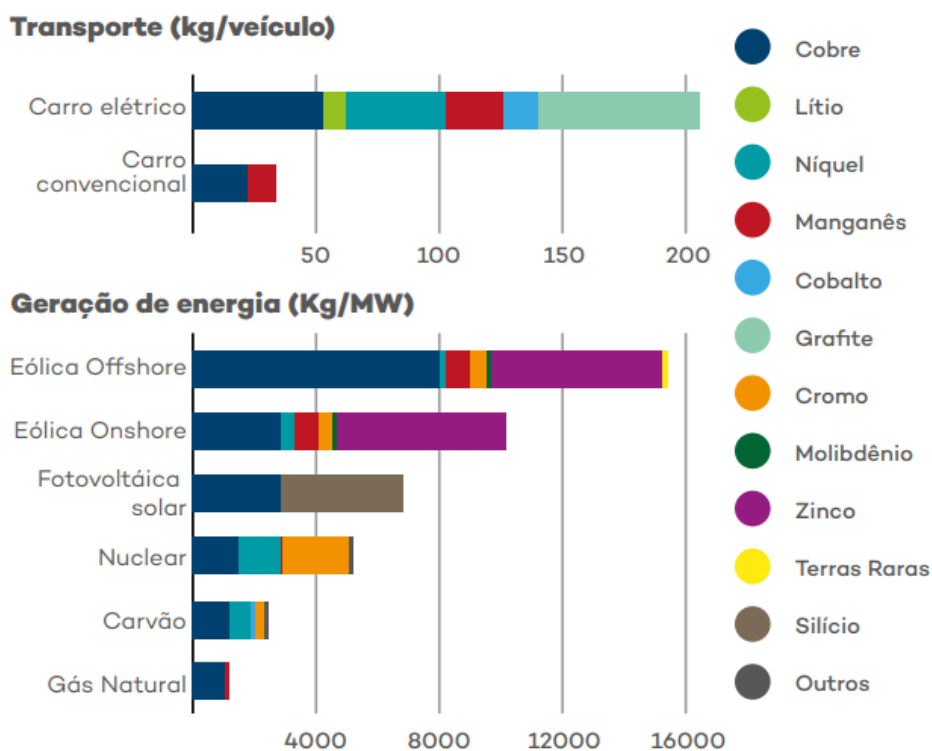


Fonte: Venditti (2025).

No campo dos metais, o destaque absoluto é para o cobre, cuja previsão de expansão é de quase 20 milhões de toneladas. De acordo com a previsão de especialistas (CRU, 2025), a demanda por esse metal exigirá investimento de US\$ 100 bilhões em 10 anos (Brasil Mineral, 2025a), com a perspectiva de déficit no suprimento de cobre em função da qualidade dos depósitos que está piorando, o que torna muito mais caro o custo de produção. Adicionalmente, em especial para o caso brasileiro, há as questões de disputas e conflitos (vide seção VI), o que dificulta a obtenção da licença ambiental.

O Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) chama atenção para 11 substâncias e seus usos em duas categorias: 1) para geração de energia e 2) para transporte (Figura 5). No caso do carro elétrico, os destaques são para grafita e cobre; e para a geração de energia, cobre e zinco.

Figura 5. Minerais críticos e estratégicos utilizados em tecnologias de energia renovável

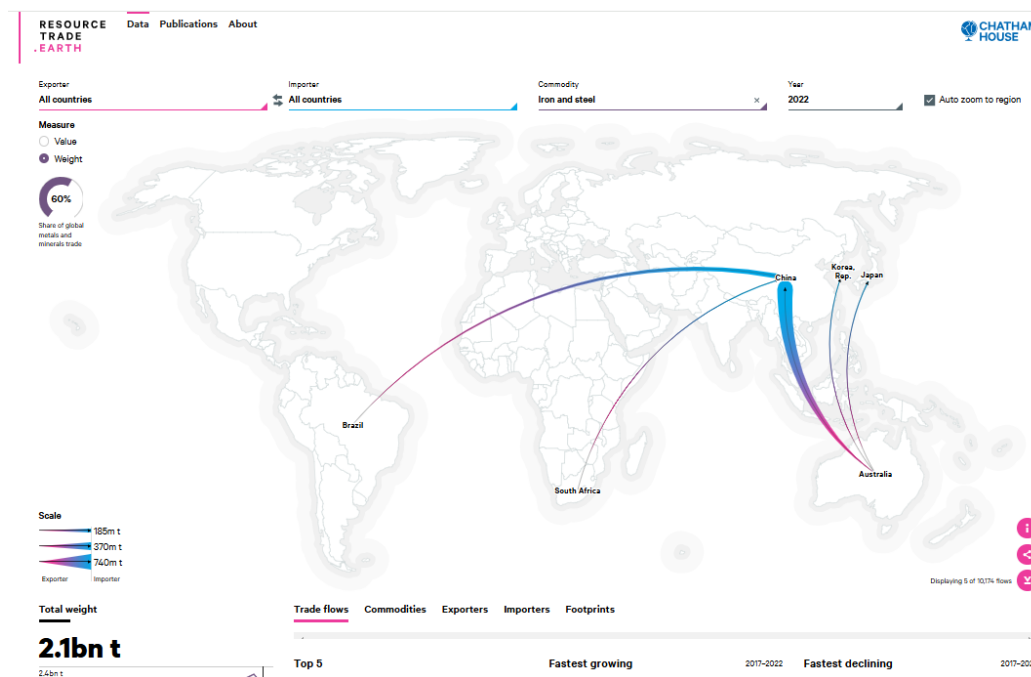


Fonte: EPE, 2025.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) destaca que tanto a matriz de geração de energia elétrica quanto a de eletrificação veicular são mineral-intensivas. Um automóvel elétrico, por exemplo, consome cinco vezes mais minerais que um automóvel convencional, ao passo que uma usina de geração de energia alternativa utiliza dez vezes mais minerais do que as usinas térmicas convencionais (EPE, 2025).

Importante chamar atenção para o fato de que a “corrida” pelos minerais críticos é muito distinta da que ocorreu na época da descoberta do petróleo e dos demais minerais metálicos, a exemplo do minério de ferro, que é o carro-chefe da mineração brasileira. Esse mineral é considerado estratégico para o Brasil por seu peso na balança comercial, cuja extração e processamento implicam em grandes volumes, grandes cifras de investimentos e forte concentração espacial. Em 2022, por exemplo, o mercado global do ferro e aço mobilizou 2,1 bilhões de toneladas (60% do peso global), gerando um fluxo financeiro de US\$ 735 bilhões, com a configuração espacial de poucos grandes produtores: Austrália, Brasil e África do Sul, respondendo por mais de 90% da oferta global, tendo a China como o grande consumidor (Figura 6). Em 2024, o Brasil exportou quase 400 milhões de toneladas de ferro (MDIC, 2025).

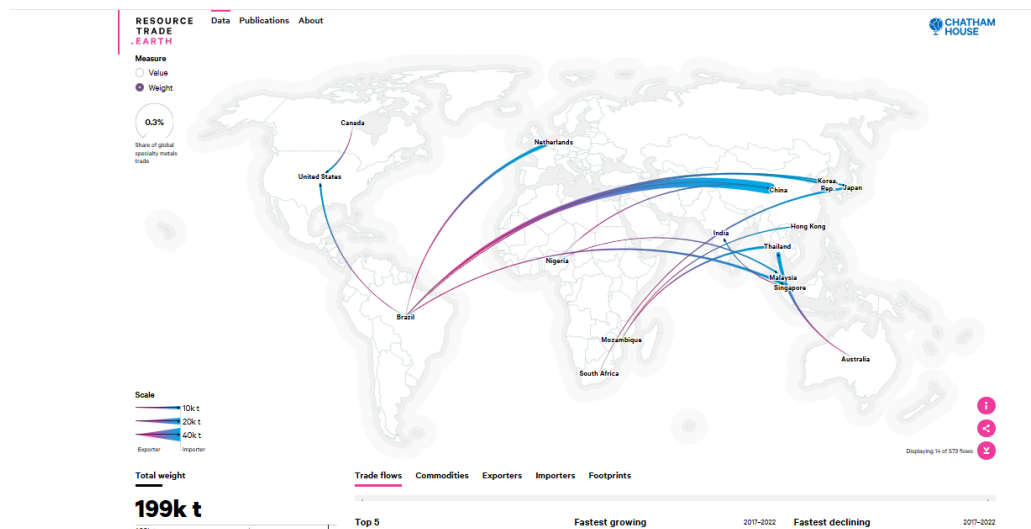
Figura 6. Minério de ferro: fluxo de oferta e demanda globais, 2022



Fonte: Chatham House, 2025.

Neste novo ciclo dos MCEs, eles se caracterizam por pequenos volumes e escala e valores menores, como será possível perceber no caso brasileiro. O exemplo do nióbio, que é o top dos MCEs brasileiros, é bastante ilustrativo: em 2022, foram mobilizadas 200 mil toneladas e recursos financeiros da ordem de US\$ 3,6 bilhões (Figura 7).

Figura 7. Minério de nióbio: fluxo de oferta e demanda globais, 2022



Fonte: Chatham House, 2025.

Escalas distintas e dimensões diferenciadas requerem diretrizes, políticas e incentivos diversos para os MCEs. Todavia, não é isso que se assiste pelo anúncio das políticas públicas que estão sendo adotadas para o setor (vide seção IV). Além disso, o atual cenário é paradoxal, pois, ao invés dos preços subirem face às projeções de elevado consumo⁵, os preços estão em declínio ou em patamares baixos para a maior parte dos MCEs.

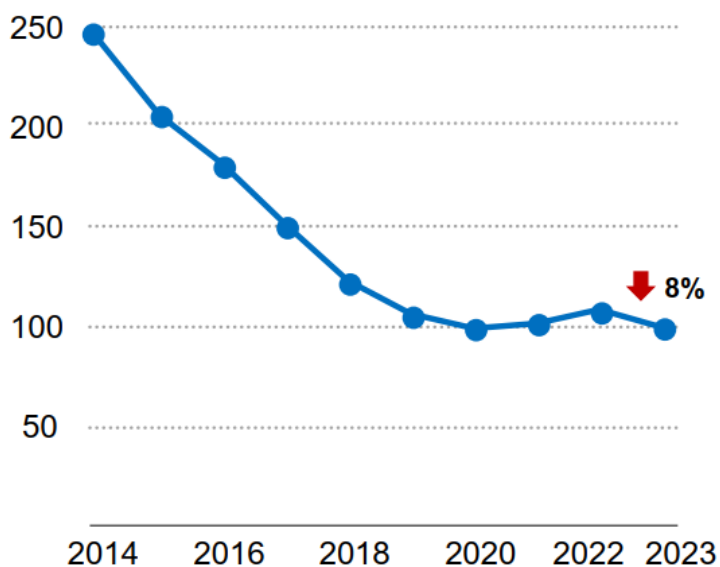
5. Um relatório do Banco Mundial publicado em 2020 projetou que a demanda global por baterias daquele ano até 2050 só poderia ser atendida se a produção de minerais como grafita, lítio e cobalto, entre outras, aumentasse 500% no período” (Basso, 2025).

3.

Novo cenário

A tendência de alta de preços verificada até o início de 2022 não se sustentou nos anos seguintes, e o contexto atual é de queda dos preços (Figura 8). Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2024), por um lado, preços mais baixos representam boas notícias para os consumidores, em função da trajetória descendente dos custos das tecnologias limpas, mas, por outro lado, tornam os gastos para garantir um fornecimento diversificado menos atraentes para os investidores.

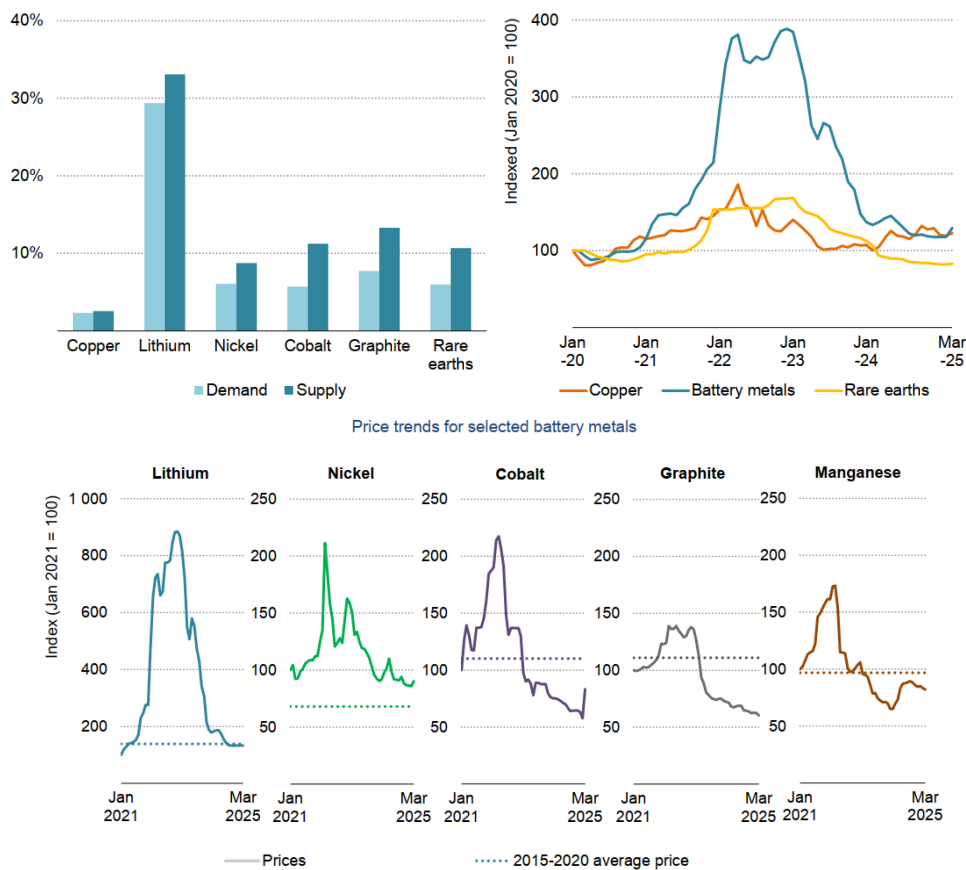
Figura 8. Índice de Preços de Equipamentos de Energia Limpa (2019 = 100)



Fonte: IEA, 2024.

Uma possível explicação para esse movimento é de que a ampla difusão da previsão de demanda crescente, reforçada por organismos multilaterais e empresas consumidoras, gerou expectativa de alta nos preços e, por consequência, atração de maiores investimentos e aumento de oferta. O movimento coletivo de vários produtores incrementando capacidade adicional contribui para manter os preços em baixa, mesmo que haja demanda adicional, conforme bem ilustra a IEA (2025a) (Figura 9).

Figura 9. Crescimento médio anual da demanda e da oferta entre 2021 e 2024 (esquerda), evolução dos preços (direita) para minerais selecionados



Fonte: IEA, 2025a.

Há que se acrescentar que o mercado de ativos minerais negociados em bolsa está sujeito às oscilações do jogo especulativo, a exemplo do que está ocorrendo com o lítio brasileiro:

Mesmo que invistam apenas em pesquisa de potencial de extração, a empreitada pode significar um retorno de milhões de dólares. ‘A [mineradora americana] *Latin Resources*, [em fase de implantação] em Salinas (MG), investiu no máximo US\$ 50 milhões e acabou comprada pela australiana *Pilbara Minerals* por US\$ 370 milhões; o sonho de todas que estão aqui é ser incorporada por gigantes’, garante o geólogo (Basso, 2025).

Portanto, o movimento dos preços, além de estar sujeito à volatilidade conjuntural, tem demonstrado uma tendência de baixa. A reversão dessa tendência vai depender do ritmo da demanda que, por seu turno, está sujeita às efetivas medidas de descarbonização que estão sendo implementadas pelos países signatários do Acordo de Paris, além do panorama da guerra.

4.

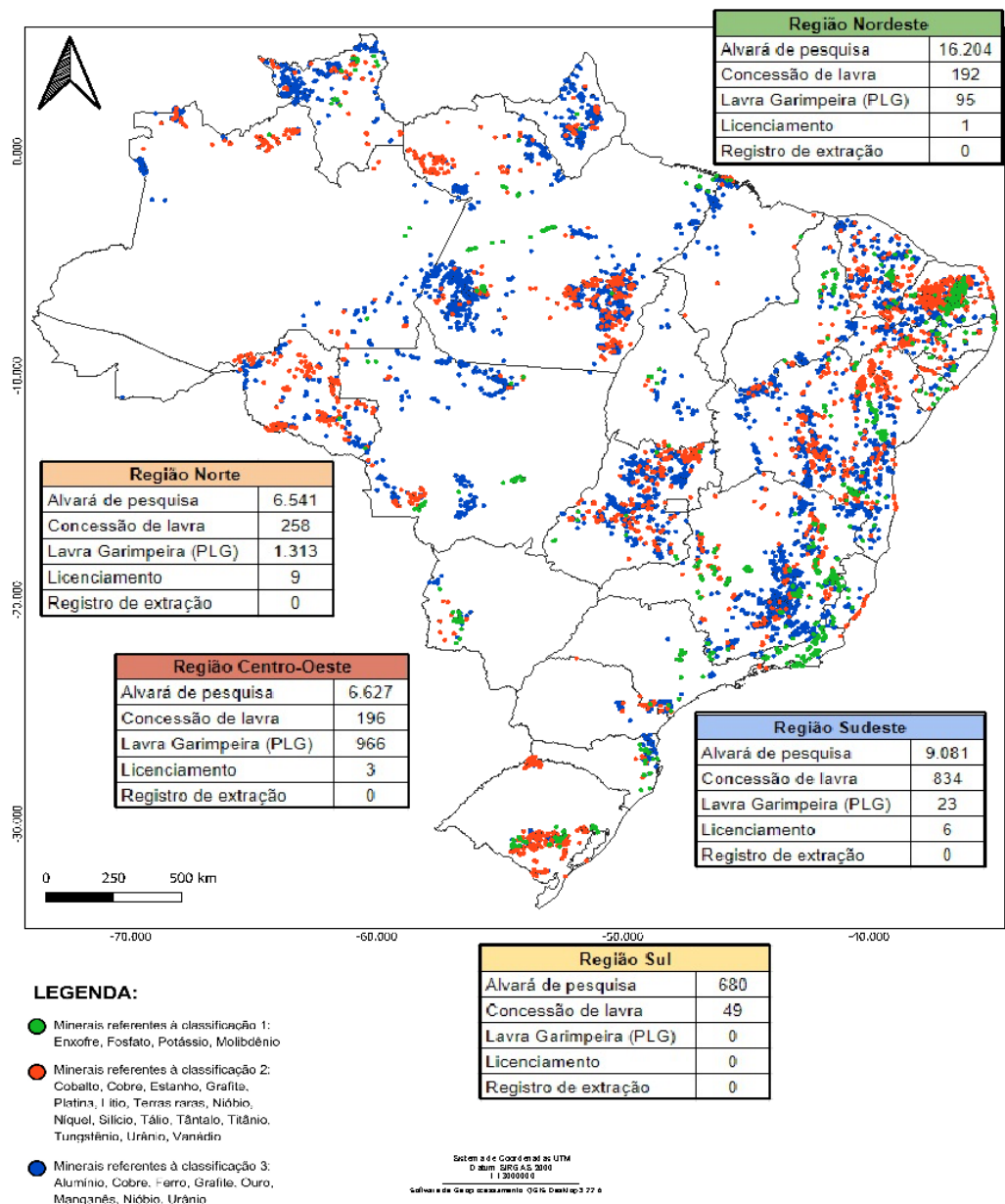
A perspectiva brasileira dos MCEs

O Plano Nacional de Mineração 2030 (MME, 2011), aprovado pela Portaria MME nº 121/2011, define o que é mineral estratégico a partir de três perspectivas:

1. Bem mineral do qual o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais de sua economia. Ex.: rochas fosfáticas e potássicas para produção de fertilizantes, bem como carvão mineral para a indústria siderúrgica;
2. Minerais que deverão crescer em importância nas próximas décadas por sua aplicação em produtos de alta tecnologia. Ex.: terras raras, lítio, cobalto, tântalo, entre outros denominados de materiais “portadores do futuro”;
3. Minerais para os quais o Brasil apresenta vantagens comparativas, essenciais para sua economia pela geração de divisas. Ex.: minério de ferro como essencial para o país, por sua importância nas exportações (10%), e o nióbio, com mais de 90% das reservas e da produção concentradas no Brasil.

Uma década mais tarde, por meio do Decreto nº 10.657, artigo 2º, de 24 de março de 2021, e Resolução 02 do Comitê, foram propostas um total de 24 substâncias, distribuídas entre essas três categorias. De Tomi, Loredo e Santos (2024) mapearam a distribuição desses minerais por categoria, título minerário e região geográfica (Mapa 1).

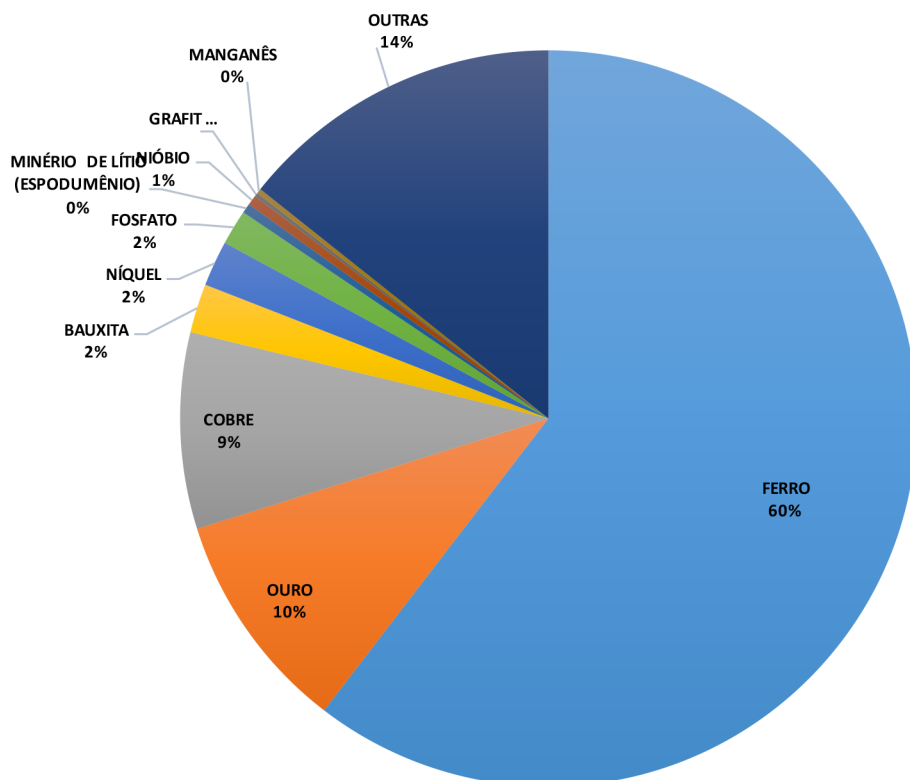
Mapa 1. Brasil – Minerais Críticos e Estratégicos por categoria, título minerário e região geográfica



No que se refere à exploração mineral (atividades de pesquisa), representada pelo título “Alvará de Pesquisa” no Mapa 1, há expressiva concentração na Região Nordeste, com 41% desses títulos, seguida pela Região Sudeste (23%) e Norte (17%). Quanto à mineração propriamente dita, referente aos detentores do título “Concessões de Lavra”, verifica-se que estão concentrados na Região Sudeste, que responde por 55% desses títulos, e o destaque é para Minas Gerais. A atividade garimpeira prevalece na Amazônia, seguida pelo Centro-Oeste, em especial no estado de Mato Grosso.

Embora a ANM, por meio da plataforma interativa da CFEM (ANM, 2025), registre atividade de mineração em 3.918 dos 5.570 municípios brasileiros (70% destes), a produção mineral brasileira é extremamente concentrada em poucas localidades, como nos estados de Minas Gerais (45%) e Pará (41%) que, juntos, respondem por 86% da CFEM arrecadada (uma *proxy* da produção mineral) e em poucas substâncias minerais, como o minério de ferro. De fato, o ferro responde por 60% do valor da produção mineral brasileira (VPM) (Figura 10).

Figura 10. Valor da Produção Mineral (2024)



Fonte: Elaborado com base nos dados da ANM (2025).

Ouro, cobre, bauxita, níquel e fosfato respondem por 25%, e todas as demais 135 substâncias ⁶ respondem por apenas 15% do valor da produção.

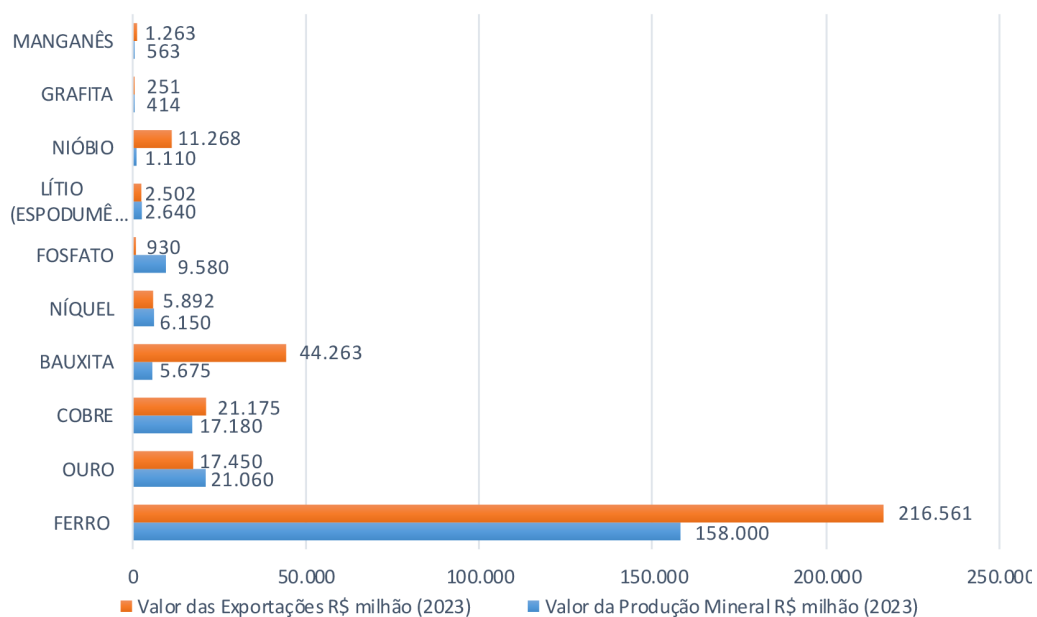
De acordo com o Anuário Mineral 2026 (ANM, 2026a), as substâncias da classe dos metálicos, mais a grafita, representam cerca de 83% do valor total da produção mineral brasileira. Dentre essas substâncias, 15 respondem por mais de 99% do valor da produção da classe dos metálicos. Além das já destacadas (ferro, cobre, alumínio, ouro e níquel), a ANM acrescenta: chumbo, columbita-tantalita, cromo, estanho, grafita, lítio, manganês, nióbio, vanádio e zinco.

“Do ponto de vista do interesse nacional, a ANM destaca oito substâncias como indispensáveis à transição energética: alumínio, cobre, cromo, grafita, lítio, manganês, níquel e zinco.”

Do ponto de vista do interesse nacional, a ANM destaca oito substâncias como indispensáveis à transição energética: alumínio, cobre, cromo, grafita, lítio, manganês, níquel e zinco. Ressalte-se que muitas dessas substâncias não têm expressividade nem em termos de valor da produção, como já mencionado, nem em termos de exportação, conforme os dados do MDIC (2025) (Figura 11).

6. De acordo com a plataforma interativa da CFEM (ANM).

Figura 11. Brasil - Produção e exportações das 10 substâncias minerais de maior destaque, 2023 (R\$ milhões)



Fonte: Elaborado a partir de informações da ANM (relatório da CFEM) e do Comex Stat (MDIC, 2025). O câmbio médio estimado foi de R\$ 5,00.

A Tabela 2 compara o valor da produção mineral (VPM) com as exportações desses minerais. Para deixar as bases comparáveis, converteu-se para reais o valor das exportações, tomando como base o câmbio médio de 2023, a partir das cotações do Banco Central.

Tabela 2. Brasil – Valor da produção mineral (VPM) e das exportações de bens que usam o minério como insumo, de 10 substâncias minerais em R\$ 1,00 (2023)

Arrecadador (Substância)	Valor da Produção Mineral ¹ R\$ mil (2023)	Valor das Exportações ² R\$ mil (2023)	% da produção exportada
FERRO	158.000.000	216.560.531	137%
OURO	21.060.446	17.450.384	83%
COBRE	17.180.000	21.174.631	123%
BAUXITA	5.675.316	44.263.120	780%
NÍQUEL	6.150.000	5.891.698	96%
FOSFATO	9.580.000	930.231	10%
LÍTIO (ESPODUMÊNIO)	2.640.000	2.501.849	95%
NIÓBIO	1.110.000	11.267.957	1.015%
GRAFITA	414.106	251.469	61%
MANGANÊS	563.490	1.262.958	224%
Total de 10 substâncias	222.373.358	321.554.827	145%
% 10 substâncias no total	85%		

Fonte: (1) Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2026) e (2) Comex Stat (MDIC, 2025), valores convertidos de dólares para reais pelo câmbio médio anual de R\$ 5,00.

A partir dos dados da Tabela 2, verifica-se que:

- O fosfato é o mineral com menor proporção de exportações, pois apenas 10% do VPM segue para o mercado internacional sob a forma de produto químico. Isso porque o Brasil depende da importação de 50% desse minério, daí ele ser considerado crítico para o país. Em 2023, o Brasil despendeu por volta de US\$ 1 bilhão na importação desse bem.
- No que se refere à grafita, o Brasil também exportou menos que sua capacidade de produção, com o excedente provavelmente absorvido pelo mercado interno. Isso significa que, em tese, o Brasil está apto a aumentar as exportações em caso de aumento na procura, já que a grafita não é crítica para o Brasil, mas com o potencial de ser estratégica.
- Com praticamente a totalidade da produção exportada nos primeiros estágios do processamento, aparecem o níquel, cujo principal produto é o ferroníquel e o *matte* de níquel, e o lítio (minério de espodumênio) sob a forma de carbonato. O ouro também se encontra nessa categoria, dadas as variações nas estatísticas de exportação e produção desse metal.
- O ferro responde por aproximadamente 10% do total das exportações brasileiras e é o principal produto exportado da mineração; por volta de 70% de suas exportações vêm do setor extrativo e 24% do setor siderúrgico, nos primeiros estágios da agregação de valor; daí a diferença positiva entre a produção e as exportações.
- Esse é também o caso do cobre, que responde por 1% das exportações brasileiras, em que mais de 80% de sua produção é exportada sob a forma de concentrado (setor extrativo), e uma fração de apenas 16% provém da metalurgia.
- Os bens com maior diferencial entre o valor da produção e as exportações são: *manganês* (124%), em que 57% do que é exportado provém da indústria extrativa e 33% sob a forma de ligas e produtos químicos; a *bauxita* (680%), em que 51% das exportações têm origem na metalurgia (indústria de transformação do alumínio); e o *nióbio* (915%), que é o que mais se destaca quanto ao diferencial entre o que é declarado como valor da produção e o valor que é exportado. A totalidade do nióbio é exportada sob a forma de ferronióbio e de ligas especiais, com distintas composições, conforme o interesse dos setores demandantes, que certamente geram esse diferencial.

“Essas 10 substâncias representam 85% do valor da produção mineral brasileira (VPM) e geram produtos de exportação com valor acrescido de tão somente 45% do VPM. Portanto, fica evidenciada a concentração nos primeiros estágios do processamento, cujos preços são menores.”

Essas 10 substâncias representam 85% do valor da produção mineral brasileira (VPM) e geram produtos de exportação com valor acrescido de tão somente 45% do VPM. Portanto, fica evidenciada a concentração nos primeiros estágios do processamento, cujos preços são menores.

Em síntese, os minerais tradicionais que o Brasil extrai são exportados, em sua maioria, com baixa agregação de valor e alto volume, mas tem a vantagem de gerar divisas ao país. Até então esse é o cenário que predomina na extração e venda dos minerais críticos, como será aprofundado na próxima seção.

“os minerais tradicionais que o Brasil extrai são exportados, em sua maioria, com baixa agregação de valor e alto volume, mas tem a vantagem de gerar divisas ao país.”

4.1 Destaques e características de seis MCEs no Brasil: grafita, elementos de terras raras, cobre, nióbio, níquel e lítio

4.1.1 Grafita

A grafita é considerada um mineral crítico para União Europeia, que importa 99% de seu consumo (SCRREEN2, 2023). O Brasil é o segundo fornecedor, depois da China, respondendo por 14% da demanda do bloco (Tabela 3).

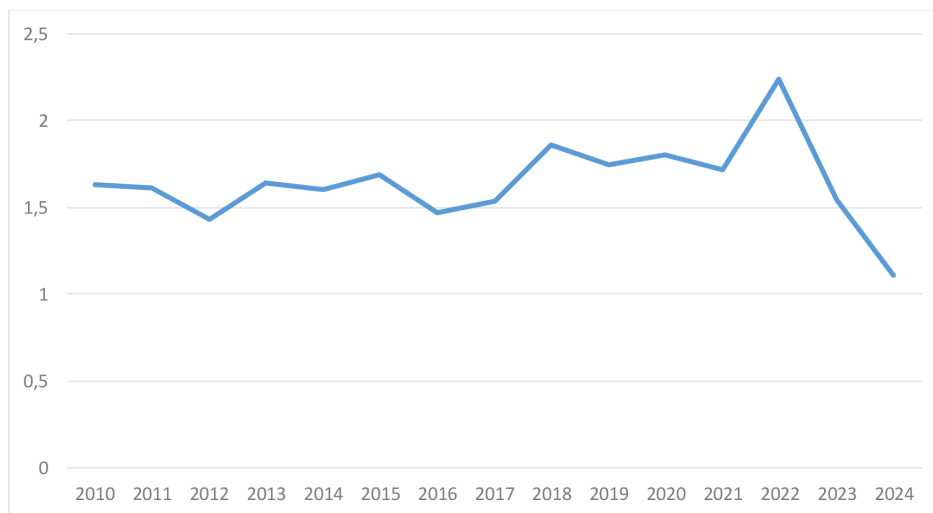
Tabela 3. Grafita natural (extração) - oferta e demanda em toneladas métricas, média de 2016-2020

Produção global	Produtores Globais	Consumo da UE	Participação da UE	Fornecedores para UE	Dependência de importação
1.019.167	China 67%	79.412	8%	China 41%	99%
	Brasil 8%			Brasil 14%	
	Moçambique 5%			Moçambique 13%	
	Índia 5%			Noruega 9%	
	Coreia do Norte 5%			Ucrânia 9%	
				Madagascar 6%	

Fonte: SCRREEN2, 2023.

A produção brasileira entre 2010 e 2017 pouco oscilou, passando de 1,63 milhão de toneladas (Mt) para 1,54 Mt. Registrou uma elevação pontual em 2022, provavelmente pela alta de preços identificada nesse ano, voltou a cair fortemente a partir de 2023 (Figura 12), alcançando o menor patamar da série em 2024. Isso demonstra que, apesar dos anúncios de expansão provenientes da transição energética, esse fato ainda não se refletiu na expansão da quantidade, ao contrário, revela dificuldade de ampliar sua participação no mercado internacional da UE, por exemplo.

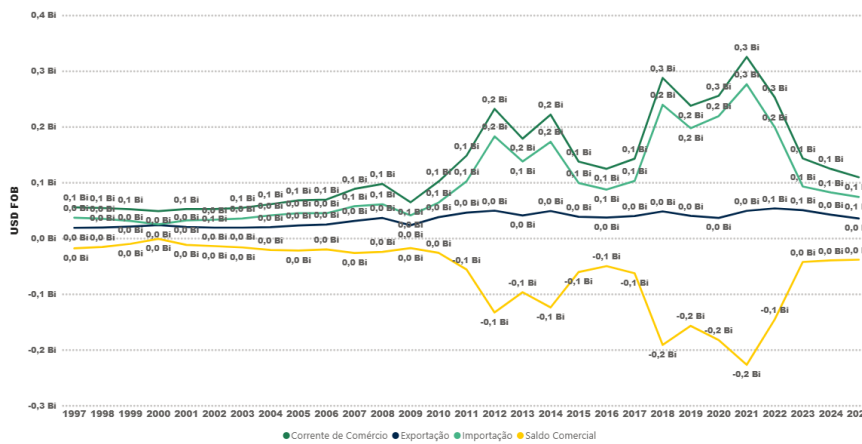
Figura 12. Brasil – Produção de Grafita (em 1.000 t) – 2010-2024



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2026).

De acordo com a ANM, 45% da grafita exportada é transformada em produtos químicos (37%) ou manufaturados (8%), mas a maior parte (55%) é exportada sob a forma de grafita natural em pó ou escamas. Em uma série histórica de 1997 a 2023, verifica-se que o saldo comercial do mercado da grafita é deficitário. No período, o país exportou quase US\$ 1 bi, mas importou US\$ 2,8 bi (Figura 13).

Figura 13. Grafita – exportação, importação e saldo (em US\$ FOB) – 1997-2025



Fonte: Plataforma interativa do Comércio Exterior de Minerais – COMEXMIN (ANM, 2026b).

Aqui se repete a síndrome do modelo mineral brasileiro: exporta-se matéria-prima bruta e importam-se produtos transformados. Dadas as possibilidades da cadeia de valor da grafita (Figura 14), fica nítido que há espaço para o avanço a estágios de maior valor agregado, porém, esse passo certamente não acontecerá de forma automática, a partir do livre jogo das forças de mercado, haja vista a acirrada competição no mercado global (e com a China) e os riscos inerentes dos avanços tecnológicos para gerar inovação. Será necessária a intermediação de políticas públicas.

“Aqui se repete a síndrome do modelo mineral brasileiro: exporta-se matéria-prima bruta e importam-se produtos transformados.”

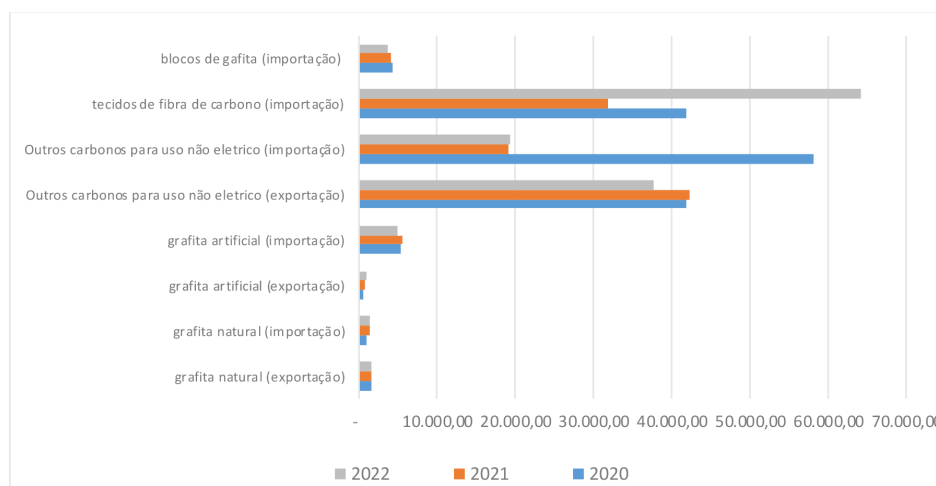
Figura 14. Grafita – ilustração da cadeia de valor



Fonte: Elaboração própria com base no Sumário Mineral (ANM, 2025) e no Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2026).

Com base nos dados do Sumário Mineral (ANM, 2025), em 2023, o Brasil exportou US\$ 50,3 milhões entre bens do segmento extrativo (US\$ 22 milhões) e de transformação (US\$ 28 milhões), mas importou US\$ 93 milhões, dos quais 99% são de produtos transformados da grafita. Para similares nacionais, na comparação de preços, verifica-se que os praticados internacionalmente são inferiores aos nacionais (Figura 15), então há aqui uma questão de competitividade a ser examinada.

Figura 15. Grafita - Preços médios FOB (USD 1,00) de distintos produtos - 2020, 2021 e 2022



Fonte: Elaborado a partir de dados do Comex Stat (MDIC, 2025) descritos no Sumário Mineral de 2023 (ANM, 2025).

Considerando-se a dimensão das reservas brasileiras de grafita, há espaço para uma expansão produtiva, mas o nível de agregação de valor é dependente da estrutura dos custos e da competitividade. O Brasil detém quase 40% das reservas mundiais conhecidas, mas participa efetivamente com 4% da produção mundial (Tabela 4). Além disso, o peso da grafita nas exportações de minérios (1,4%), na CFEM recolhida (0,11%) e no emprego formal na mineração (0,35%) é residual.

Tabela 4. Grafita – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2024

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾	977	0,35%
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	7.551	0,11%
Participação nas exportações totais (2024) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	50,3	0,15%
Participação nas exportações de minérios (2023) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	50,3	1,4%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	40.000	40%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	69,4	4%

Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Sumário Mineral (ANM, 2025).

Praticamente a totalidade da produção (99%) e do beneficiamento da grafita do Brasil é oriunda de quatro pequenas cidades de Minas Gerais (Pedra Azul, Salto da Divisa, Itapeçerica e Carmo da Mata) e uma da Bahia (Maiquinique), que juntas não somam 100 mil pessoas. Na etapa extrativa, geram-se em torno de 1.000 empregos diretos, o que representa 0,35% dos empregos do segmento da mineração, muito embora tenha um peso relevante para os municípios produtores, variando de 8% dos empregos formais (Pedra Azul-MG) a 21% (Carmo da Mata-MG).

Por fim, verifica-se um descompasso entre o peso da grafita no mercado mundial e sua importância em termos nacionais. Além disso, mesmo que a produção duplique, nos moldes atuais, não haverá impacto considerável em termos macroeconômicos, exceto pontualmente nas localidades da extração e beneficiamento. O que pode alterar esse quadro são as estratégias que o Brasil adotará para agregar valor e, por consequência, gerar inovações, diferenciar seu produto e ser uma referência relevante.

4.1.2 Elementos de Terras Raras (ETR)

Os elementos de terras raras (ETR) representam um conjunto de 17 substâncias químicas: escândio (Sc), ítrio (Y), lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu). Ocorrem na natureza em mais de 250 minerais, sendo os mais usualmente comercializados: a monazita ((La,Ce,Th) PO₄), a bastnasita ((La,Ce,Nd) CO₃F) (ETR Leves), a xenotima ((Y,Dy,Yb) PO₄) (ETR Pesados) e, mais recentemente, as argilas iônicas (ANM, 2025).

Os ETR adquiriram grande visibilidade por sua relevância para as novas tecnologias associadas à transição energética, à indústria de eletrônicos e ao setor de defesa, entre outros. E essa visibilidade se amplificou recentemente em função das ações dos EUA, sob a liderança do presidente Trump, relacionadas à possibilidade de anexação da Groenlândia e de acordos relacionados ao cessar-fogo na Ucrânia, em função do acesso a esses minerais (Harmash, 2025). Embora os depósitos de ETR sejam bem distribuídos no globo (Figura 16), a concentração necessária que justifique a extração econômica e a possibilidade dessa extração ser ambientalmente sustentável não são triviais.

Figura 16. Localização dos depósitos de terras raras no mundo

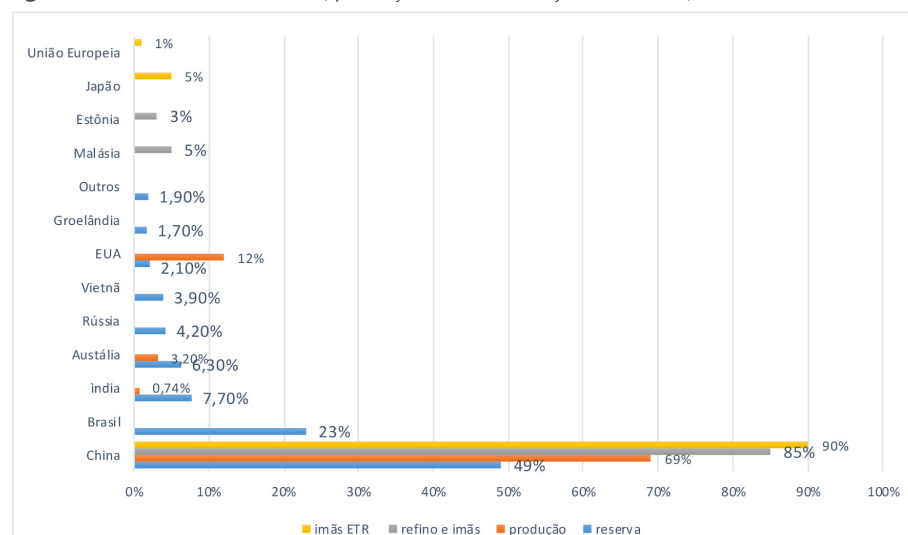


Fonte: U.S. Geological Survey *apud* Xavier (2025).

O Brasil já foi produtor de ETR, extraídos a partir das areias monazíticas de depósitos localizados no estado do Rio de Janeiro. Porém, com a entrada da China nesse mercado, produzindo em larga escala e com baixo custo, a mineração global e, por decorrência, a brasileira ficou antieconômica, e o Brasil parou de produzir no início dos anos 2000.

De acordo com pesquisa recente (Lins, Vera e Dourado, 2025) que reavaliou as reservas dos ETR, o Brasil aparece com a 2ª maior reserva mundial, ficando atrás somente da China (Figura 17), muito embora ainda não tenha registro de produção e tampouco de beneficiamento desse mineral.

Figura 17. Terras Raras – reservas, produção e transformação no mundo, 2024



Fonte: Elaborado com base em Lins, Vera e Dourado (2025).

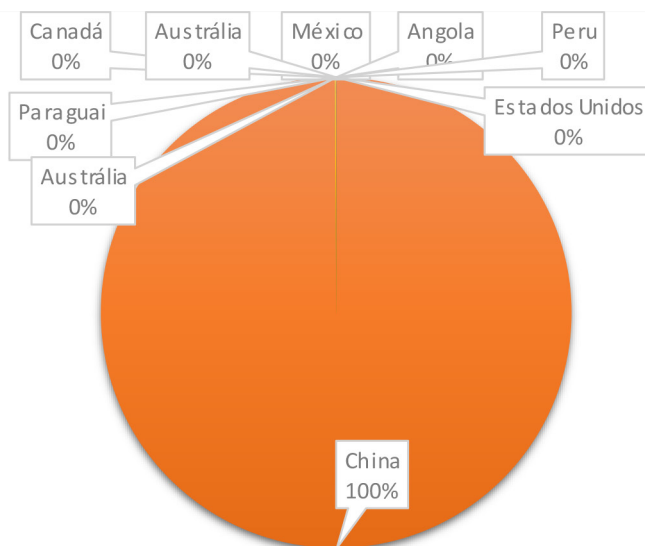
Segundo o MME, esse contraste entre a reserva e a produção brasileira tende a mudar nos próximos anos, e o Brasil pode se tornar um dos cinco maiores produtores mundiais de ETR (MME, 2019), em função dos estudos de viabilidade em execução de sete projetos em: Araxá-MG, Morro do Ferro-MG, Serra Verde-GO, Pitinga-AM, Foxfire-BA e Energy Fuels-BA. O projeto em Poços de Caldas, no Sul de Minas Gerais, está em fase avançada, previsto para entrar em operação ainda em 2026. Lins, Vera e Dourado (2025) acrescentam que há 27 projetos de pesquisa em oito estados – MG (12), BA (5), GO (4), TO (2), AM (1), MT (1), PB (1), PI (1) – desenvolvidos por 17 empresas, com predomínio de *junior companies* australianas.

Lins, Vera e Dourado (2025) apresentam indicadores da produção mundial, que aumentou cinco vezes desde 2000, passando de 83 mil toneladas (83 kt) para 390 kt, em 2024, o equivalente a uma taxa média anual de 6,4% e com tendência de alta. No entanto, é a China que mantém o protagonismo em todas as etapas da cadeia produtiva, particularmente, no processamento. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2025b, p. 247), a China foi responsável por cerca de 90% de todo o fornecimento de terras raras refinadas para ímãs e por 94% do fornecimento global de ímãs permanentes em 2024.

“(…) verifica-se um descompasso entre o peso da grafita no mercado mundial e sua importância em termos nacionais.”

Em 2023, a ANM registrou produção beneficiada residual de 2,5 t de concentrado de monazita, em um valor inferior a R\$ 10 milhões, que gerou uma CFEM de R\$ 260 mil, proveniente de estoques das Indústrias Nucleares do Brasil S.A (INB), que está extraindo remanescentes da mina em fase de encerramento de São Francisco de Itabapoana, RJ. Nos últimos cinco anos (2020 a 2024), o Brasil registrou vendas externas de ETR de apenas 93 toneladas (t) com destino para América do Sul (51%) e Ásia (Singapura e Paquistão, 17%). Em 2025, a ANM registrou uma operação de R\$ 96 milhões de *minério de cério*. Porém, de acordo com dados de exportações do MDIC, nesse ano o Brasil exportou em compostos e minerais de terras raras o valor de US\$ 12 milhões, o equivalente a R\$ 66 milhões, dos quais 99,9% foram exportados para a China, com registros de uma exportação residual para México, EUA, Angola e Canadá (Figura 18).

Figura 18. Terras Raras – exportações brasileiras, 2025 (680 t, US\$ 12 milhões)



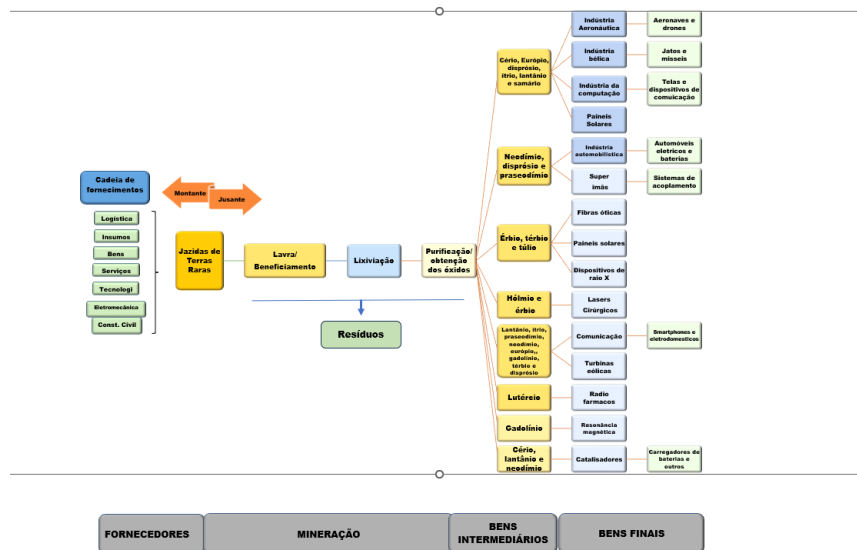
Fonte: Elaborado a partir de dados do Comex Stat (MDIC, 2025).

Desde 2024, o único empreendimento com efetiva produção é a Mineração Serra Verde, no município de Minaçu (GO), que projeta uma produção⁷ de 5 mil t de minério de cério para 2026, voltada ao

7. O processo da produção se dá a partir da lixiviação de minério de argilas de adsorção iônica que resulta em uma solução de ETR que é precipitada como carbonato, formando um composto químico misto de ETR (Lins, Vera e Dourado, 2025).

mercado externo (Schenk, 2025). A empresa destaca o potencial para neodímio (Nd), praseodímio (Pr), térbio (Tb) e disprosímio (Dy). Isso quer dizer que, até então, toda a produção será proveniente da etapa da mineração da cadeia produtiva, ou *upstream* (Figura 19).

Figura 19. Ilustração da cadeia produtiva de ETR



Fonte: Elaborado pelo Laboratório de Estudos em Governança de Municípios Mineradores (LAGEM-UFPA).

Para Lins, Vera e Dourado (2025), a etapa de separação dos ETR é a que mais agrega valor na cadeia produtiva, cerca de 20 vezes em relação à etapa anterior. Embora seja intensiva em energia, o Brasil conta com o atrativo do *powershoring*⁸. Para os autores, o Brasil apresenta condições competitivas para avançar na agregação de valor nessa cadeia, em função de ter uma matriz energética das mais renováveis, com a emissão de CO2 por unidade de produção que é cerca de 20% das emissões da China, da Austrália e dos EUA.

“Para os autores, o Brasil apresenta condições competitivas para avançar na agregação de valor nessa cadeia, em função de ter uma matriz energética das mais renováveis, com a emissão de CO2 por unidade de produção que é cerca de 20% das emissões da China, da Austrália e dos EUA.”

Como a produção de ETR no Brasil ainda é residual, seus números ainda não revelam seu peso nos principais indicadores nacionais (Tabela 5).

Tabela 5. Terras Raras – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2025

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾		
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	1.800	0,02%
Participação nas exportações (2023) ⁽³⁾ (US\$ milhão)		
Participação nas exportações de minérios (2023) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	2,17	0,3%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	21.000	23%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	nd	<1%

Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Lins, Vera e Dourado (2025).

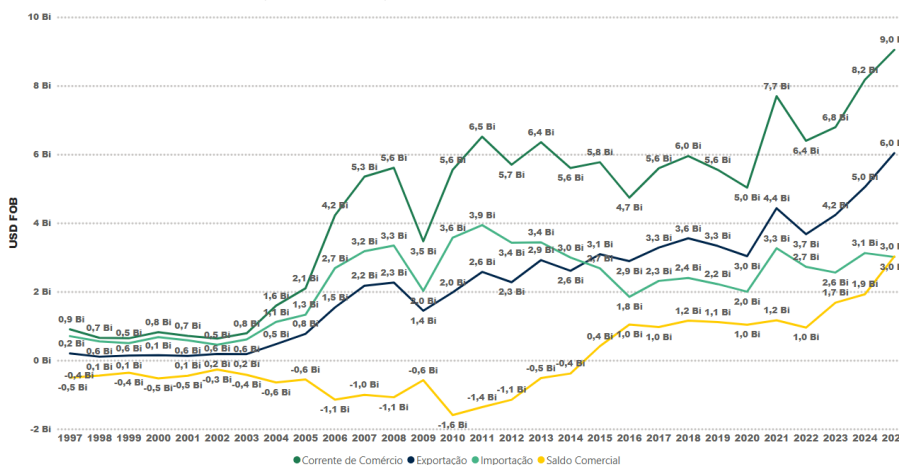
8. Que significa a implantação de plantas industriais intensivas em energia em um país com matriz energética mais limpa.

4.1.3 Cobre

Seis estados brasileiros produzem cobre (PA, BA, MT, AL, GO e RO), com o Pará respondendo por 73% dessa produção. O país tem 11 minas exclusivas e outras 8 em que o cobre é extraído como coproduto, em 19 municípios.

De acordo com a ANM, 83% do cobre que é exportado é na forma de concentrado (30% de Cu)⁹. Em uma série histórica de 1997 a 2023, verifica-se que o saldo comercial do mercado do cobre é levemente deficitário — US\$ 59 bi de exportação versus US\$ 60,6 bi de importações. No entanto, há uma clara inversão a partir de 2015, quando as exportações passaram a superar as importações (Figura 20).

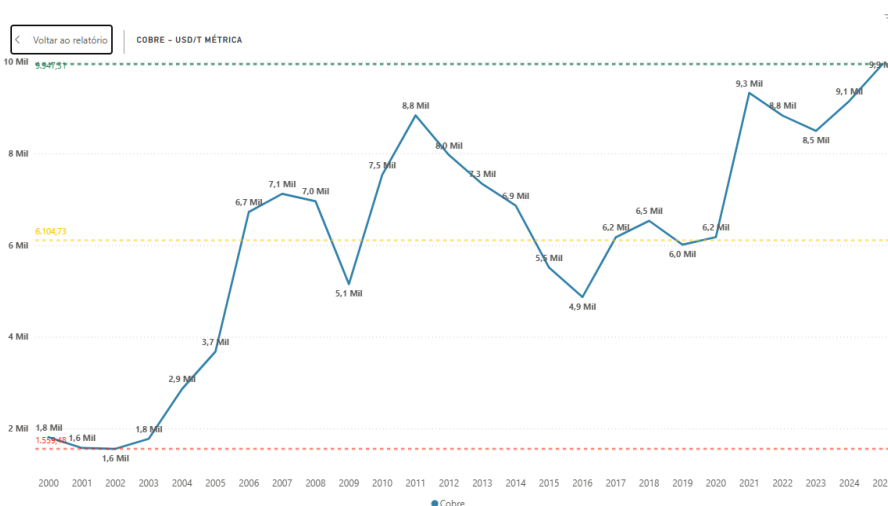
Figura 20. Cobre – exportação, importação e saldo comercial (em US\$ FOB), 1997-2025



Fonte: Plataforma interativa do Comércio Exterior de Minerais – COMEXMIN (ANM, 2026b).

Distintamente de outros MCEs, o cobre tem mantido tendência crescente de preços, a despeito das oscilações cíclicas da segunda década dos anos 2000 (Figura 21).

Figura 21. Cobre – preço da t métrica (em US\$ FOB), 1985-2026

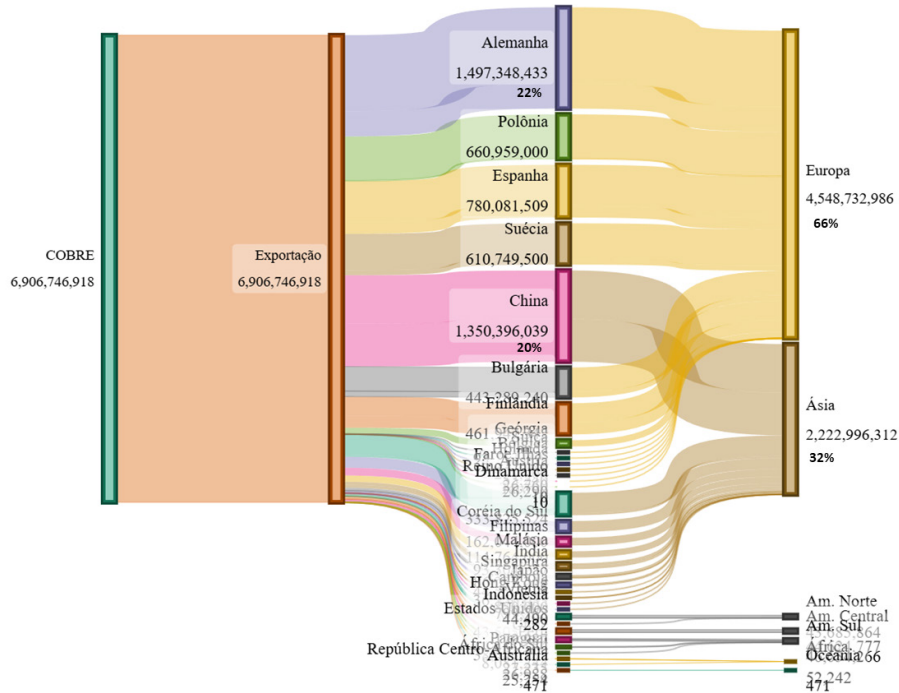


Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2026a).

9. "O Brasil lava cerca de 450 mil toneladas e consome por volta de 370 mil toneladas. Após sua extração, o mineral é beneficiado nas mineradoras para a condição de concentrado de cobre com teor entre 25% e 30% do metal. Para ser utilizado, o cobre ainda depende de processos de metalurgia que o transformem em catodo (...) Eduardo De Come, CEO da Ero no Brasil, produtora de cobre e ouro em plantas sediadas na Bahia, Pará e no Mato Grosso, explica que "em nosso país, só a Parapanema realizava esse trabalho. Contudo, como a empresa está em recuperação judicial desde o fim de 2022 e no ano passado interrompeu a produção, as mineradoras de cobre exportam a produção de concentrado de cobre, e o mercado precisa importar o catodo, encarecendo o produto." Reverter o quadro, no entanto, depende de investimentos massivos, pois, como informa De Come, uma planta de metalurgia nova custa cerca de US\$ 2 bilhões. Por isso, o Brasil exporta o produto para ser beneficiado em outros países e o importa por um preço mais elevado devido ao valor agregado" (Portal Máquinas e Equipamentos, 2024).

O principal demandante do cobre brasileiro é a União Europeia que, entre 2020 e 2024, absorveu 66% das exportações nacionais. Esse padrão diverge de outras substâncias, uma vez que a China também é grande produtora de cobre (respondendo por mais de 8% da produção global). Ressalte-se que apenas 16% da produção exportada tem origem na metalurgia. Nos últimos cinco anos (2020 a 2024), o Brasil registrou vendas externas de cobre da ordem de quase 7 milhões de t, tendo como destino principal a Europa (66%), seguida pela Ásia (32%) (Figura 22).

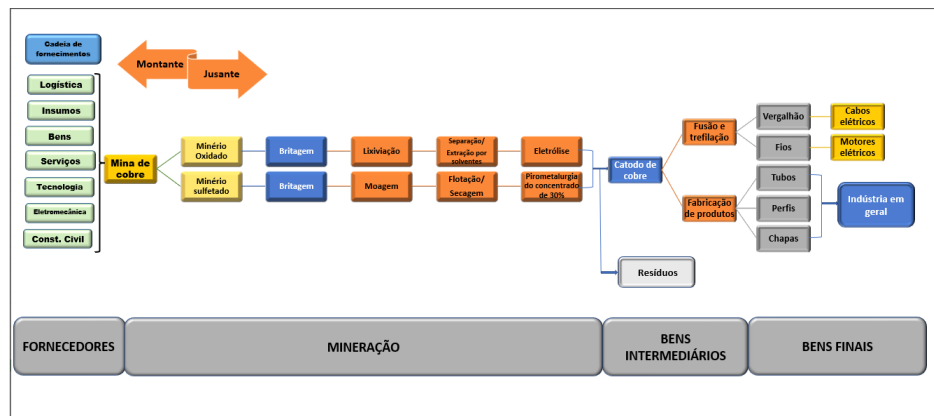
Figura 22. Cobre – exportações brasileiras, 2020-2024 (em kg)



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA, a partir de dados do Comex Stat (MDIC, 2025).

O padrão das exportações do cobre se manteve em 2025, com a União Europeia respondendo por 50%. Porém, a China foi o maior importador em termos de países, absorvendo 37% das exportações brasileiras nesse ano. Como a maior parte dos MCEs, o produto de cobre exportado (concentrado a 30%) situa-se na etapa da mineração (Figura 23).

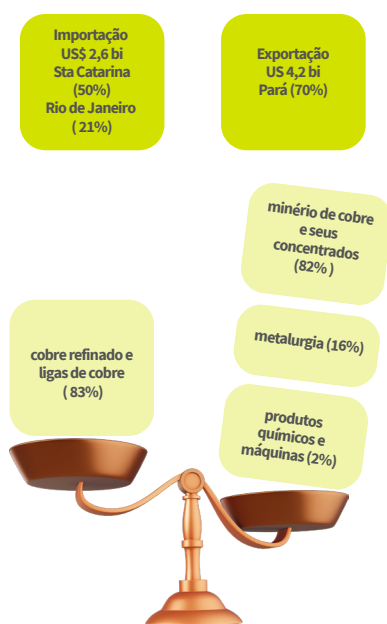
Figura 23. Ilustração da cadeia produtiva do cobre



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA.

De acordo com a plataforma do Comércio Exterior Mineral (ANM, 2026b), que se baseia nos dados de importação e exportação do Comex Stat, em 2023, o Brasil exportou US\$ 4,2 bilhões, fundamentalmente de concentrado de cobre, e importou US\$ 2,6 bilhões em produtos transformados (cobre refinado e ligas de cobre). As importações foram para alimentar as indústrias de Santa Catarina (50%), Rio de Janeiro (21%) e São Paulo (11%) (Figura 24).

Figura 24. Balanço das importações e exportações de cobre no Brasil, 2023



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Comex Stat (MDIC, 2025).

O impacto da exploração do cobre em território nacional, distintamente de outros MCEs, é maior do que seu peso global em termos de reservas e de produção efetiva. O Brasil participa com tão somente 1,1% das reservas mundiais, mas responde por 1,8% da produção global. Quanto às exportações brasileiras de minérios, o cobre responde por 12%, o equivalente a 1,3% das exportações totais do país, por 6% dos empregos gerados na indústria mineral e também por 6% da arrecadação da CFEM (Tabela 6).

Tabela 6. Cobre – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2025

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾	15.625	6%
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	615.032	8%
Participação nas exportações (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	5.000	1,4%
Participação nas exportações de minérios (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	5.000	14%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	9.600	1,1%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	365	1,8%

Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Sumário Mineral (ANM, 2025).

Portanto, dada a relevância do cobre e o cenário expansivo da demanda, é fundamental uma política de adensamento da sua cadeia produtiva, o que, como decorrência, contribuirá também para melhorar a cooperação e a integração entre regiões produtoras e consumidoras no próprio país.

4.1.4 Nióbio

O Brasil é líder mundial da produção de nióbio, respondendo por 93% da oferta global (ANM, 2025). Essa produção ocorre em três estados – Minas Gerais (cidade de Araxá), Goiás (em Catalão e Ovi-

dor) e em Rondônia (Itapuã do Oeste e Ariquemes) – e há reservas significativas no Amazonas (em Pitinga) (MME, 2019).

Há três empresas que efetivamente extraem o nióbio:

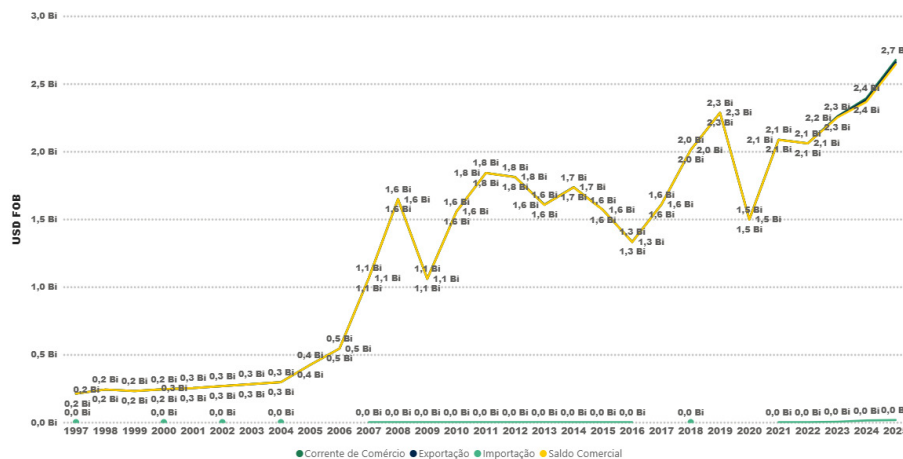
- CBMM: em Araxá-MG, pertencendo ao Grupo Moreira Salles (70%), que atua como sócio-controlador desde 1965, além da participação de um consórcio japonês-coreano (15%) e um consórcio de empresas chinesas (15%). A empresa é responsável por cerca de 80% da produção mundial de nióbio.
- CMOC: empresa chinesa com mina em Catalão-GO, responde por 8% da produção mundial de nióbio. É a segunda maior produtora de liga de ferronióbio do mundo, atrás apenas da CBMM.
- Mineração Taboca: empresa pertencente à mineradora peruana Minsur, opera em Presidente Figueiredo-AM.

De acordo com a ANM, o mercado internacional de nióbio é crescente e superavitário. Em uma série histórica de 1997 a 2023, verifica-se que o saldo comercial do mercado de nióbio foi de US\$ 34,5 bilhões em exportações e tão somente US\$ 27 milhões em importações (Figura 25).

“(…) dada a relevância do cobre e o cenário expansivo da demanda, é fundamental uma política de adensamento da sua cadeia produtiva, o que, como decorrência, contribuirá também para melhorar a cooperação e a integração entre regiões produtoras e consumidoras no próprio país.”

“(…) o mercado internacional de nióbio é crescente e superavitário. Em uma série histórica de 1997 a 2023, verifica-se que o saldo comercial do mercado de nióbio foi de US\$ 34,5 bilhões em exportações e tão somente US\$ 27 milhões em importações.”

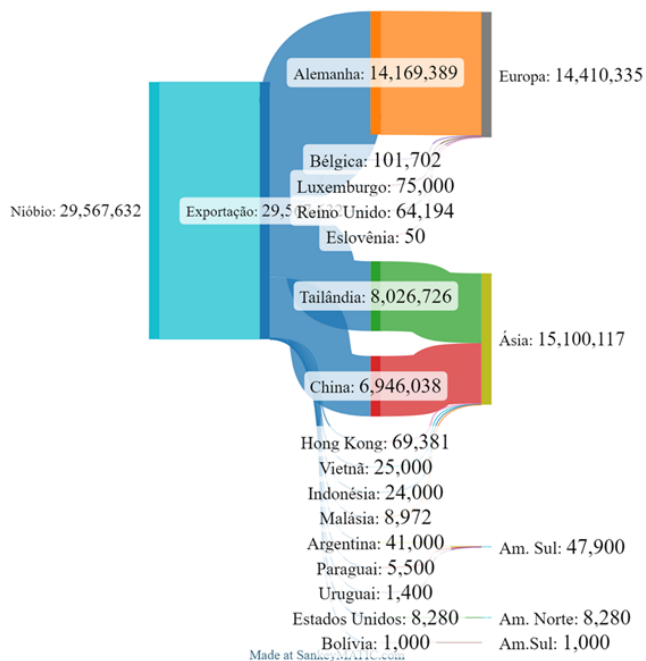
Figura 25. Nióbio – exportação, importação e saldo (em US\$ FOB), 1997-2025



Fonte: Plataforma interativa do Comércio Exterior de Minerais (ANM, 2026b).

No ano de 2025, o Brasil exportou US\$ 2,25 bilhões em ferronióbio e teve uma importação desprezível (MDIC, 2025). O continente Asiático é o principal destino do nióbio brasileiro, participando com 51%, seguido pela Europa com 48,6%; os demais países têm participação residual (Figura 26).

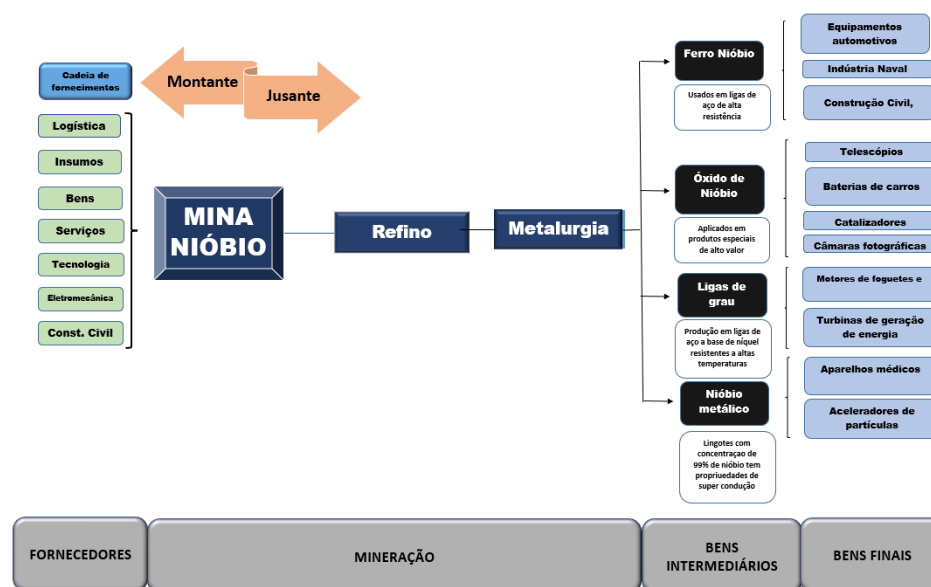
Figura 26. Destino das exportações brasileiras de nióbio (2020-2024)



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA, a partir de dados do Comex Stat (MDIC, 2025).

O ferronióbio, um produto metalúrgico, é a principal forma de comercialização do nióbio. Embora esteja nas primeiras etapas da transformação (*midstream*), foram as pesquisas promovidas pela CBMM que possibilitaram a expansão do consumo desse mineral em uma vasta gama de usos industriais e tecnológicos (Figura 27).

Figura 27. Ilustração da cadeia produtiva do nióbio

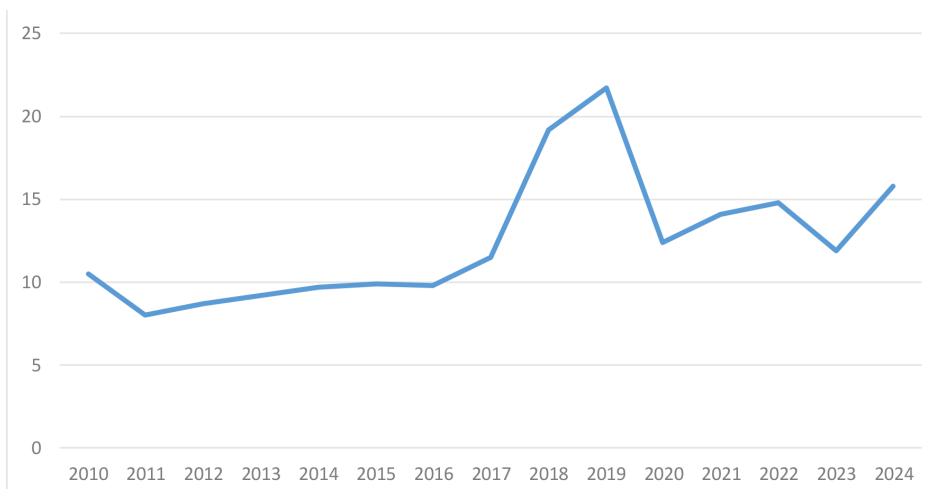


Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA.

Ao longo das duas últimas décadas, as exportações brasileiras de ferronióbio tiveram altas e baixas. Entre 2010 e 2019, cresceram a uma taxa média anual de 27%, passando de 10,5 milhões de toneladas (Mt) para 21,7 Mt. Todavia, esse crescimento não se sustentou nos anos seguintes, e as

exportações caíram a uma taxa média de 11% ao ano, chegando ao patamar de 11,9 Mt em 2023, mas voltando a subir em 2024 (Figura 28).

Figura 28. Nióbio – evolução da quantidade produzida ROM/ano (t), 2000-2024



Fonte: ANM, 2026a.

Como demanda derivada, a demanda por bens minerais é dependente do direcionamento da indústria e de suas inovações tecnológicas. Portanto, considerando que o Brasil domina o mercado, é provável que esse movimento reflita a dinâmica dos segmentos industriais consumidores, com destaque para a China.

O peso do nióbio nos indicadores tem desempenho bastante aquém de sua relevância internacional. Ele responde por 7,5% do valor das exportações de minerais (o equivalente a 0,8% das exportações totais brasileiras), 0,5% do recolhimento da CFEM e menos de 1% do emprego formal da mineração (por volta de 2 mil empregos diretos), embora responda por 89% das reservas mundiais e 93% da oferta mundial (Tabela 7).

Tabela 7. Nióbio – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2025

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾	2.077	0,74%
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	37.439	0,5%
Participação nas exportações totais (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	2.700	0,8%
Participação nas exportações de minérios (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	2.700	7,5%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	14.500	89%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	105,5	93%

Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Sumário Mineral (ANM, 2025).

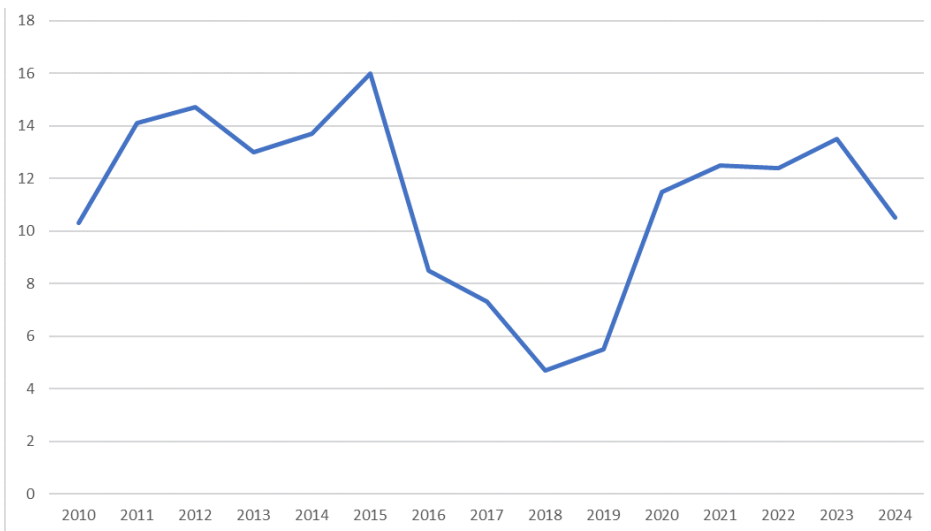
4.1.5 Níquel

A produção brasileira de níquel é proveniente de quatro estados: Goiás (nas cidades de Barro Alto e Niquelândia), Minas Gerais (Pratápolis), Pará (Parauapebas) e Bahia (Itagibá). Em 2025, as Unidades de Goiás que pertenciam à *Anglo American* em Barro Alto e Niquelândia foram vendidas para o grupo

empresarial chinês *MMG Singapore Resources Pte*, uma subsidiária integral do grupo *MMG*¹⁰, assim como as reservas do Pará e do Mato Grosso.

Ao longo das últimas décadas, a produção nacional de níquel apresentou grandes oscilações. Houve um período de crescimento entre 2010 e 2015, passando de 10 para 16 kt, seguido por intensa queda até atingir o vale em 2018 (menos de 5 kt). Desde esse período, a produção cresceu até alcançar o patamar de 13 kt, refletindo mudanças de mercado, e voltando a cair em 2024 (Figura 29).

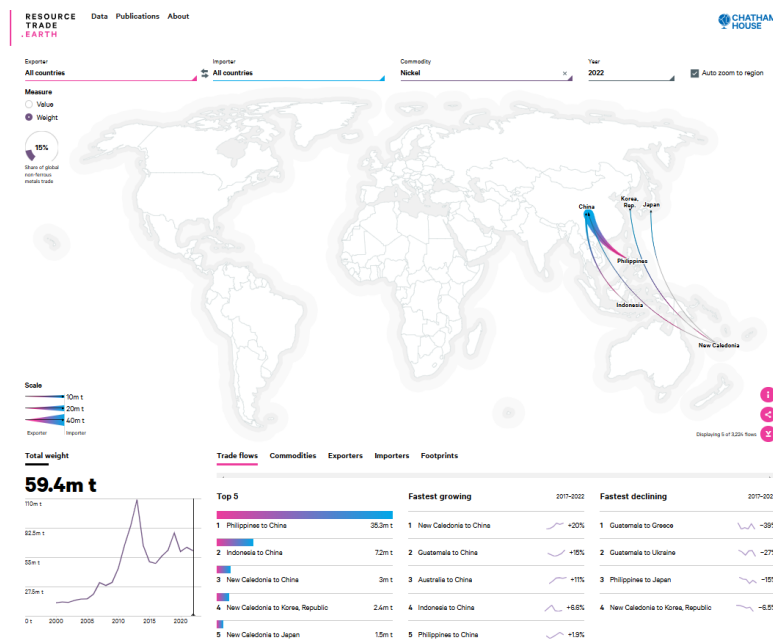
Figura 29. Níquel – evolução da quantidade produzida ROM/ano (mil t), 2010-2024



Fonte: ANM, 2026a.

O mercado global de níquel é fortemente concentrado no continente Asiático, com a Indonésia respondendo por quase 50% da oferta global e a China como grande mercado demandante (Figura 30).

Figura 30. Mercado global do níquel, em 2023

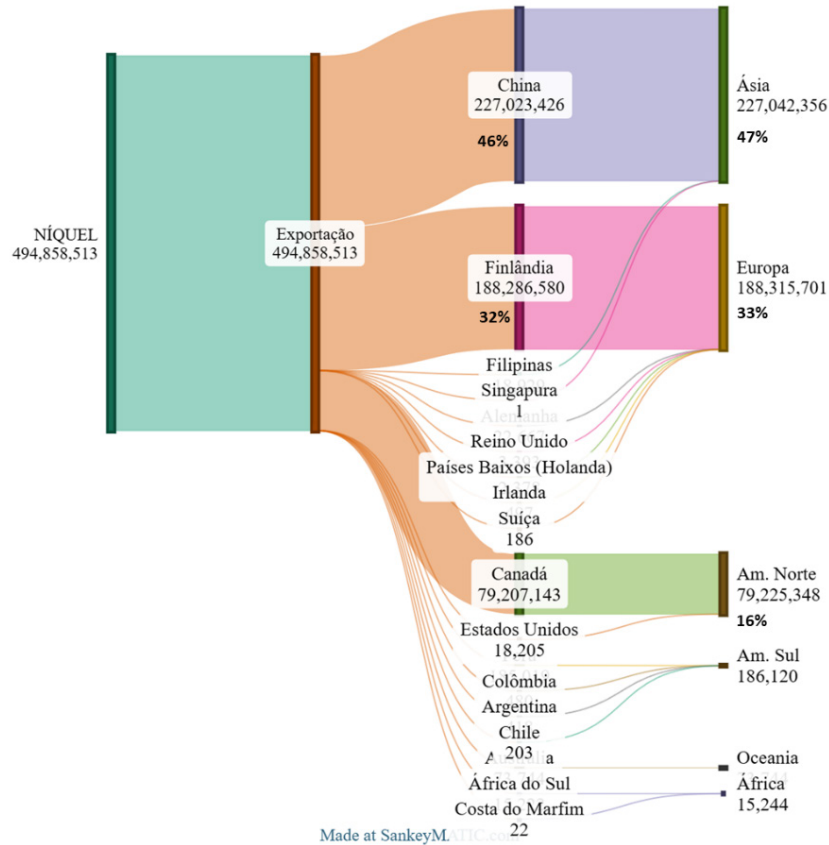


Fonte: Chatham House, 2025.

10. A MMG é uma empresa de mineração internacional, subsidiária da *China Minmetals*, uma organização estatal e uma das maiores mineradoras na China (Brasil Mineral, 2025b).

Em 2025, o Brasil exportou US\$ 957 milhões em níquel, dos quais 75% corresponderam ao ferroníquel, 21% ao segmento extrativo (concentrado de níquel e *matte*) e 7% à metalurgia e fundição, de acordo com o ComexStat (MDIC, 2025). O continente Asiático é o principal destino do níquel brasileiro, participando com 47%, seguido pela Europa com 33%; a América do Norte responde por 16%, e os demais países têm participação residual (Figura 31).

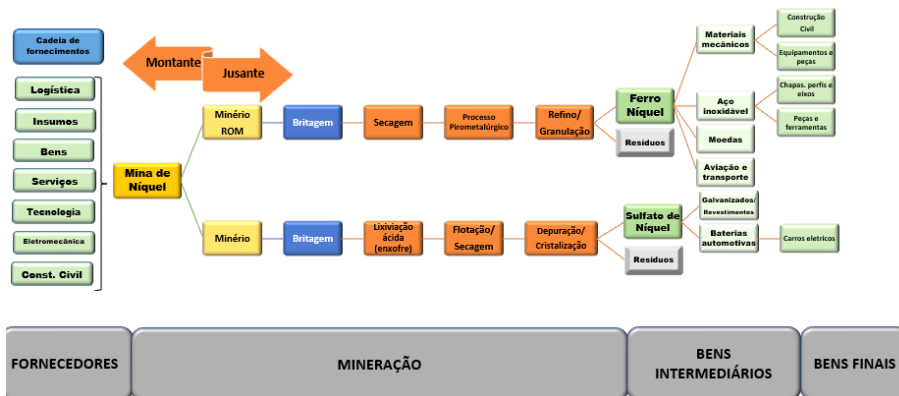
Figura 31. Destino das exportações do níquel (2020-2024)



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA, a partir de dados do Comex Stat (MDIC, 2025).

Avançar para outros estágios da cadeia produtiva, além do concentrado, do *matte* e do ferroníquel, requer estratégia para aumento de competitividade (Figura 32).

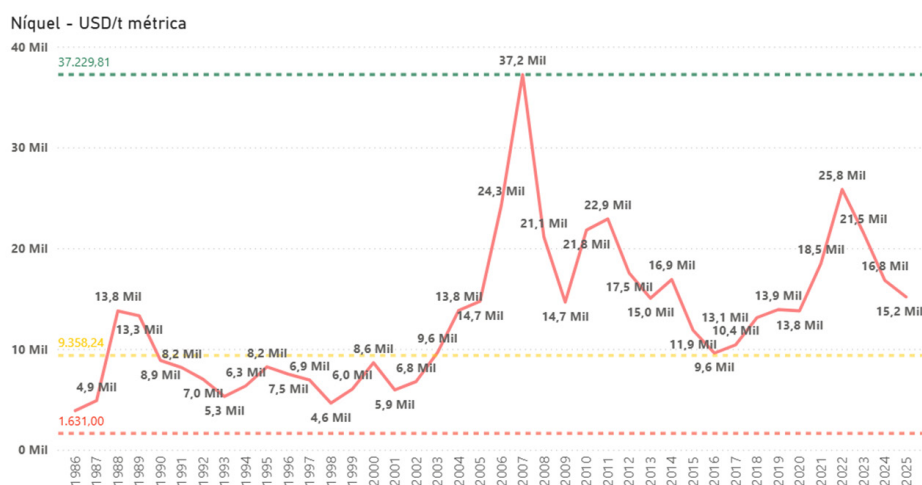
Figura 32. Etapas da cadeia produtiva do níquel



Fonte Elaborado por LAGEM-UFPA.

Importante registrar também o aumento de preços, à medida em que se avança no adensamento produtivo ao longo da cadeia. Os produtos da indústria extrativa estão sujeitos a grandes oscilações, por exemplo, ao longo do século XXI, os preços do níquel variaram de US\$ 6 mil a US\$ 37 mil (Figura 33).

Figura 33. Níquel, preços USD por tonelada métrica – 1986-2025



Fonte: Plataforma interativa do Comércio Exterior de Minerais COMEXMIN (ANM, 2026b).

Considerando-se os preços médios de 2021 a 2023, de produtos como cátodos e barras de níquel, percebe-se a grande diferença. Entre ferroníquel e barras de níquel, a diferença é de quase dez vezes (Tabela 8).

Tabela 8. Produtos do níquel - preços médios – 2021 a 2023

Produto	Em USD FOB/t			
	2020	2021	2022	2023
Ferroníquel (exportação)	3.210,00	4.082,18	5.403,17	4.032,92
Barras de ligas de níquel (exportação)	24.844,00	28.075,08	35.456,58	38.419,26
Cátodo de níquel (importação)	14.007,12	17.769,50	22.440,36	23.196,67

Fonte: Sumário Mineral (ANM, 2025).

O Brasil responde por quase 9% das reservas mundiais de níquel, mas apenas por 2% da produção global. O níquel responde por apenas 2,7% do valor das exportações de minerais (o equivalente a 0,3% das exportações totais brasileiras), 0,7% do recolhimento da CFEM e 0,8% do emprego formal da mineração (por volta de 2 mil empregos diretos). Os dados de emprego consideram a totalidade dos postos de trabalho da indústria extrativa do município. Assim, nos casos em que um município abriga mais de uma mina, pode resultar um dado superestimado. Esse foi o caso de Parauapebas, com Carajás, que abriga outras minas maiores, como a mina de ferro da Vale (Tabela 9).

Tabela 9. Níquel – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2025

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾	2.300	0,8%
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	55.200	0,7%
Participação nas exportações (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	957	0,3%
Participação nas exportações de minérios (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	957	2,7%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	8.700	8,7%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	64	2%

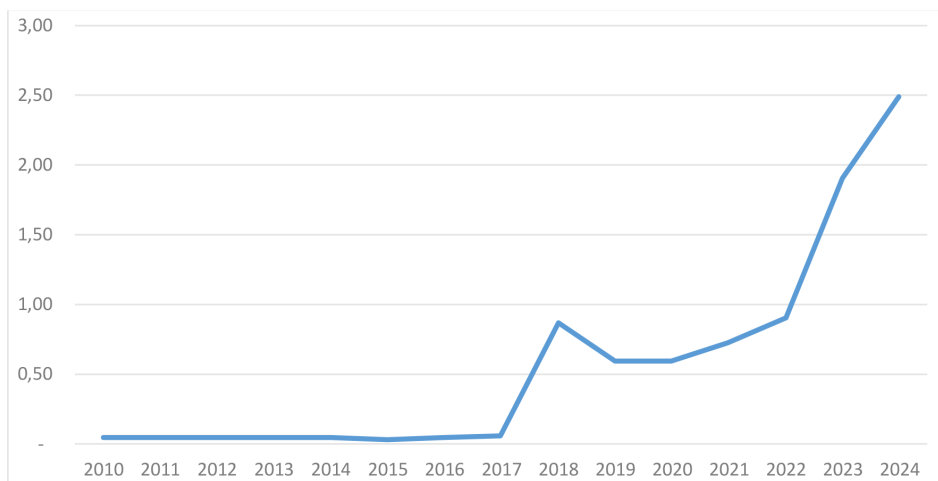
Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Sumário Mineral (ANM, 2025).

4.1.6 Lítio

A produção brasileira de lítio é totalmente oriunda do estado de Minas Gerais, em especial, do Vale do Jequitinhonha (Vale do Lítio). Atualmente, há três empresas efetivamente produzindo. A primeira é a Companhia Brasileira de Lítio (CBL), com a mina subterrânea Mina da Cachoeira, localizada nos municípios de Itinga/Araçuaí-MG, em atividade desde os anos 1980 e única produtora até 2017. A segunda é a AMG Mineração S.A. (AMG), com a Mina Volta Grande, no município de Nazareno-MG. E a terceira é a Sigma Mineração S.A., que opera a Mina Grota do Cirilo-Xuxa, localizada no município de Itinga-MG. Todavia, é grande o interesse internacional pela área, com várias empresas negociando direitos minerários (Souza, 2025).

A produção nacional de lítio, até 2017, oscilava por volta de apenas 40 t, praticamente toda voltada para o mercado doméstico; a partir de então iniciou uma escalada ascendente com a entrada de outras empresas no mercado, alcançando o pico de 2,5 milhões de t, em 2024 (Figura 34). No entanto, a CBL continua sendo a única produtora brasileira de compostos químicos com a produção de hidróxido de lítio monohidratado e de carbonato de lítio seco, muito embora 90% de sua produção atual seja de concentrado de espodumênio, com a quase totalidade da produção direcionada para a China.

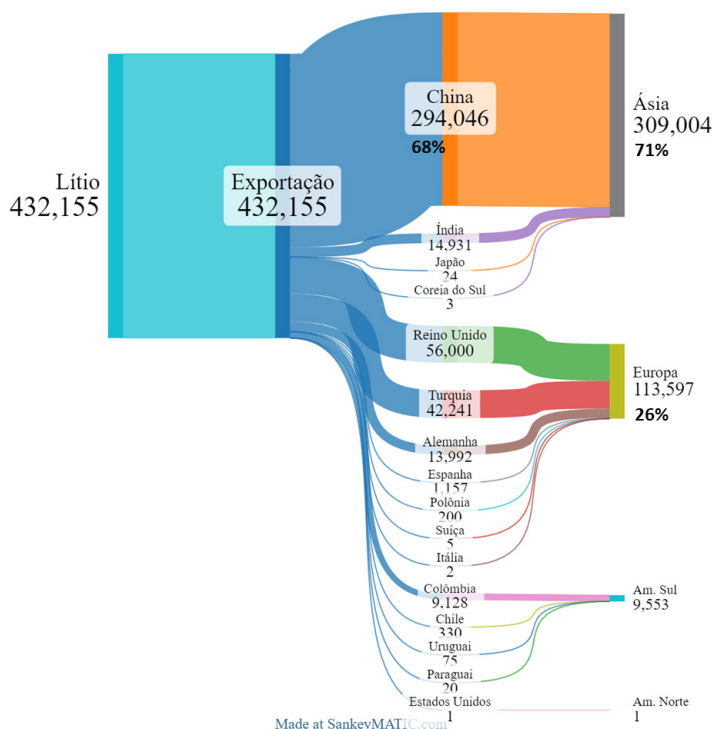
Figura 34. Lítio – evolução da quantidade produzida ROM/ano (t), 2000-2024



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2026a).

Nos últimos cinco anos, 70% das exportações brasileiras de lítio (concentrado de espodumênio) foram vendidas para a Ásia, com predomínio absoluto da China, conforme Figura 35.

Figura 35. Destino das exportações brasileiras de lítio (2020-2024)



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA, a partir de dados do ComexStat (MDIC, 2025).

Entre 2022 e 2025, houve uma queda de 44% do valor dos produtos do lítio, ao mesmo tempo que verificou-se um aumento da participação dos bens processados (Tabela 10).

Tabela 10. Lítio – produtos exportados, 2022-2025 (USD FOB/t)

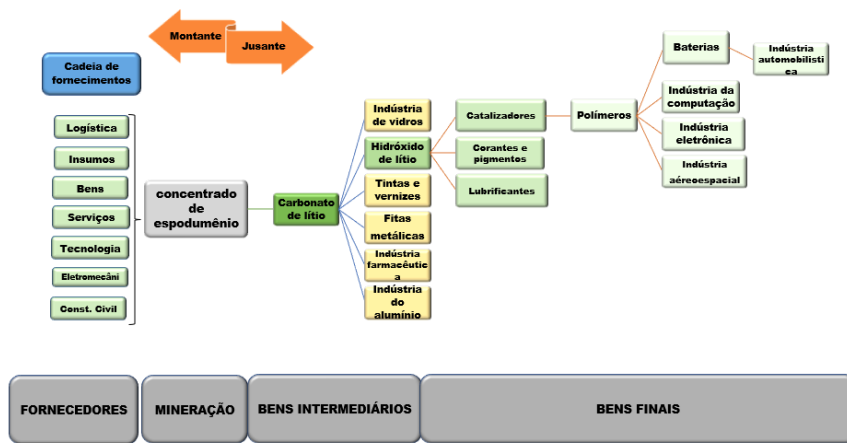
Principais produtos exportados	USD FOB (t)	
	2022	2025
Espodumênio (concentrado)	321.808.254	66.609.220
Óxido de lítio	-	115.735.912
Carbonato de lítio	5.930.673	1.325.795
Acumuladores de íon lítio	3.620.891	8.043.151
Total	331.359.818	191.714.078

Fonte: ComexStat (MDIC 2025).

Fonte: ComexStat (MDIC 2025).

Os dados do ComexStat (MDC, 2025) revelam que, nos últimos quatro anos, houve uma alteração expressiva no perfil dos produtos de lítio exportados. A produção da fase extrativa (concentrado de espodumênio) registrou queda de quase 80%, paralelamente a um aumento dos bens mais processados, como o óxido de lítio e os acumuladores de íon lítio. No entanto, essa produção ainda se concentra nos primeiros elos da cadeia produtiva, o que significa que as possibilidades de adensamento da cadeia produtiva (Figura 36) estão sendo aproveitadas pela indústria dos países importadores, gerando renda e emprego mais bem qualificados em outras economias.

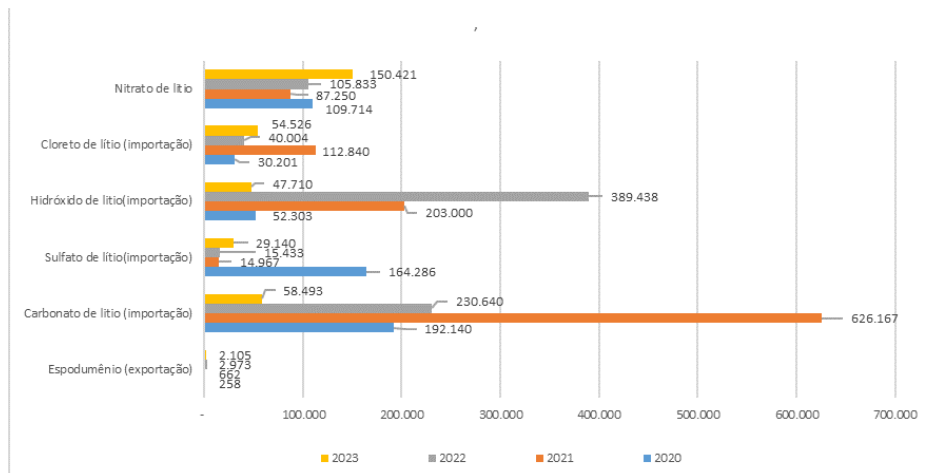
Figura 36. Cadeia produtiva do lítio



Fonte: Elaborado por LAGEM-UFPA.

E o mais preocupante é que são produtos de baixo valor agregado. Em 2023, a diferença de preços entre o concentrado de espodumênio (USD 2.105/t) e o nitrato de lítio (USD 150.421), por exemplo, foi de 70 vezes (Figura 37). Ressalte-se que em 2025, segundo dados do Comex Stat (MDIC, 2025), o Brasil registrou exportações de tão somente 10 kg de nitrato para 100.000 kg de carbonato.

Figura 37. Lítio - preços médios dos produtos, 2020 a 2023



Fonte: Elaborado a partir dos dados do Sumário Mineral – Lítio, 2023-2024 (ANM, 2025).

O Brasil responde por 2,4% das reservas mundiais de lítio, mas por volta de 6% da produção global. Esse aumento de participação está relacionado com o crescimento da capacidade produtiva que foi alavancada em função da perspectiva de alta da demanda. No entanto, sua expressividade em termos dos macroindicadores da mineração ainda é bem modesta. O lítio responde por apenas 0,6% do valor das exportações de minerais (o equivalente a 0,1% das exportações totais brasileiras), 0,1% do recolhimento da CFEM e 0,6% do emprego formal da mineração (por volta de 1,7 mil empregos diretos) (Tabela 11).

Tabela 11. Lítio – indicadores de emprego, recolhimento de CFEM, participação nas exportações e pesos na produção e reserva globais, 2025

Indicador	Valores absolutos	Participação
% emprego mineral – (2024) ⁽¹⁾	1.654	0,6%
Participação na CFEM (R\$ mil) ⁽²⁾	7.665	0,1%
Participação nas exportações totais (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	192	0,1%
Participação nas exportações de minérios (2025) ⁽³⁾ (US\$ milhão)	192	0,6%
% reservas mundiais ⁽⁴⁾ (em 1.000 t)	642	2,40%
% produção mundial ⁽⁵⁾ (em 1.000 t)	7,9	5,80%

Fonte: Elaboração própria com base em (1) CAGED (MTE, 2026); (2) ANM (2025); (3) Comex Stat (MDIC, 2025); (4) e (5) Sumário Mineral (ANM, 2025).

Não obstante o declínio nos preços do lítio após o pico alcançado no final de 2022, a exploração continua em ritmo acelerado. No Canadá, por exemplo, as empresas de exploração estão procurando lítio em antigos poços de petróleo. Segundo Fleming, Kannan e Eggert (2024), haverá necessidade de mais lítio para a transição energética, o que gera preocupações sobre a adequação e a acessibilidade desse minério a longo prazo. Os autores destacam que não é a disponibilidade física que limita a produção, mas sim as inversões produtivas que possam converter recursos em reservas e, posteriormente, em minas operacionais e instalações de processamento, de maneiras que sejam ambientalmente e socialmente responsáveis.

5.

Políticas brasileiras para os MCEs

A política mineral brasileira é centralizada, e isso é respaldado na própria Constituição Federal que, em seu artigo 20, determina que os bens minerais pertencem à União. No entanto, a Constituição Federal também assegura que estados, municípios e Distrito Federal possam participar do resultado da lavra ou serem compensados financeiramente. Além disso, vários estados, de forma suplementar, têm implementado suas próprias políticas, em maior ou menor grau.

Os MCEs são regidos pelas mesmas regras que os minerais tradicionais, que estão estabelecidas no Decreto-Lei 227/67. Mas a partir dos anos 2020, com a política pró-minerais estratégicos, começaram a surgir normativas especialmente direcionadas a essa categoria de bens minerais, visando impulsionar o aumento da oferta (Quadro 1).

Quadro 1. Principais políticas públicas que regulamentam e fomentam os MCEs

Política/Instrumento	Resumo	Órgão Responsável
Decreto-Lei nº 227/1967- Código de mineração.	Disciplina as regras gerais para a exploração mineral.	MME
Criação da Agência Nacional de Mineração (ANM), Lei nº 13.575/2018	A ANM substituiu o antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e tem por objetivo aprimorar a regulação do mercado de bens minerais no Brasil.	MME
Decreto nº 10.657, artigo 2º, de 24 de março de 2021	Institui a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos.	MME

Resolução CTAPME nº 2/2021	Define uma relação de 24 minerais como críticos e estratégicos.	MME - CTAPME
PL nº 2.780/2024	Institui a Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE) e o Comitê de Minerais Críticos e Estratégicos (CMCE) – vinculado ao Conselho Nacional de Política Mineral (CNPM), ainda a ser instalado, além de instituir instrumentos para incentivar o desenvolvimento da PNMCE.	Câmara Legislativa
Decreto nº 11.964, de 26 de março de 2024	Estabelece as regras para emissão de debêntures incentivadas e regulamenta os critérios e as condições para enquadramento e acompanhamento dos projetos de investimentos considerados como prioritários na área de infraestrutura ou de produção econômica intensiva em pesquisa, desenvolvimento e inovação, para fins de emissão dos valores mobiliários, o que inclui projetos relacionados com a produção de minerais estratégicos para a transição energética.	Câmara Legislativa
Nova Indústria Brasil (NIB) - O Fundo - O FIP Minerais Estratégicos irá mobilizar mais de R\$ 1 bi,	Criação do Fundo BNDES - para atuar em parceria com a iniciativa privada na captação de recursos para uma área de minerais estratégicos. O Fundo - O FIP Minerais Estratégicos irá mobilizar mais de R\$ 1 bi.	BNDES
Decreto nº 12.082/2024	Estabelece as diretrizes da Estratégia Nacional de Economia Circular.	Câmara dos Deputados
Acordos Mercosul -UE	O acordo UE-Mercosul é considerado fundamental para garantir o fornecimento de matérias-primas essenciais de forma segura e sustentável, uma vez que os países do Mercosul são grandes produtores de muitos desses materiais.	Comissão Europeia
Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB) do Ministério da Fazenda, COMO parte do Plano de Transformação Ecológica	É um sistema de classificação usado para identificar atividades econômicas com impactos positivos no meio ambiente, clima e sociedade. Essa ferramenta visa orientar investimentos públicos e privados para atividades que contribuam para o desenvolvimento sustentável, inclusivo e regenerativo.	Ministério da Fazenda
Decreto do MME (em vias de publicação)	Estabelece as diretrizes gerais e os objetivos estratégicos para a política de minerais estratégicos no Brasil (Aguarda publicização).	MME

Fonte: Elaboração própria, com base nas informações dos órgãos citados.

Afora os instrumentos regulatórios pró-minerais estratégicos, o BNDES e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), no âmbito da Nova Indústria Brasil (NIB), vêm destinando quantias de recursos vultosas para o fomento dos MCEs sob a forma de chamadas e fundos, visando ampliar a capacidade produtiva e PD&I, para a transformação de minerais estratégicos e a obtenção de materiais transformados ou produtos manufaturados para a transição energética e descarbonização – um estímulo na direção do *midstream* e *downstream* das cadeias de valor dos minerais (Lins, Vera e Dourado, 2025).

Na perspectiva de maior segurança e previsibilidade das cadeias de suprimentos, destacam-se os Acordos da UE com o Mercosul. Eles incorporam uma perspectiva positiva quanto à possibilidade de geração de benefícios mútuos envolvendo os MCEs, com base no argumento de que o Acordo facilitará o investimento da UE no desenvolvimento de indústrias locais para processar os MCEs. Conforme o documento *EU-Mercosul Partnership Agreement* (European Commission, 2025), tarifas mais baixas da UE sobre matérias-primas críticas significam:

“Afora os instrumentos regulatórios pró-minerais estratégicos, o BNDES e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), no âmbito da Nova Indústria Brasil (NIB), vêm destinando quantias de recursos vultosas para o fomento dos MCEs sob a forma de chamadas e fundos, visando ampliar a capacidade produtiva e PD&I, para a transformação de minerais estratégicos e a obtenção de materiais transformados ou produtos manufaturados para a transição energética e descarbonização.”

- Mais exportações de países do Mercosul para a UE;
- Importações mais baratas, que significam custos reduzidos e, por conseguinte, mais competitividade para a UE; e
- Incentivo para o Mercosul desenvolver a produção local de produtos de valor agregado, à medida que o "escalonamento tarifário" (ou seja, tarifas de importação mais altas para mais produtos processados em comparação com materiais *upstream*) desaparece.

No entanto, convém acompanhar a evolução das tratativas para efetivação dos acordos UE-Mercosul, considerando as turbulências da geopolítica global.

5.1. As perspectivas dos atores-chave

Os atores-chave da indústria extrativa e de transformação mineral do Brasil percebem as oportunidades geradas por esse momento que o mundo vivencia sob lentes distintas. Embora todos concordem que os MCEs são indispensáveis para a transição energética e que o país tem boas oportunidades para ser um *player* neste campo, não estão claras as estratégias e os mecanismos para solucionar as exigências tecnológicas, os altos investimentos para seguir nas etapas mais adensadas das cadeias produtivas (*midstream* e *downstream*), a busca de competitividade e a dura competição com grandes players internacionais, entre outras.

“Embora todos concordem que os MCEs são indispensáveis para a transição energética e que o país tem boas oportunidades para ser um player neste campo, não estão claras as estratégias e os mecanismos para solucionar as exigências tecnológicas, os altos investimentos para seguir nas etapas mais adensadas das cadeias produtivas (*midstream* e *downstream*), a busca de competitividade e a dura competição com grandes players internacionais.”

As análises a seguir foram feitas a partir das falas feitas durante os eventos: “Conferência Internacional Cadeias de Valor de Minerais Estratégicos para a Transição Energética e a Descarbonização”, realizado pelo BNDES no Rio de Janeiro em fevereiro de 2025 (BNDES, 2025), e “Seminário Internacional de Minerais Críticos e Estratégicos 2025”, realizado pelo IBRAM em 28 de maio de 2025, em Brasília (IBRAM, 2025).

Para atores como o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a Agência Nacional de Mineração (ANM), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Frente Parlamentar, por exemplo, é necessário superar os “entraves” para o avanço da mineração, enquanto pré-requisito básico para avançar às etapas de maior agregação de valor da indústria. O pressuposto é que qualquer indústria que venha se instalar ou expandir suas atividades no Brasil requer suprimento adequado de matéria-prima mineral. Portanto, o primeiro passo é assegurar a viabilidade da oferta dos MCEs em qualidade e quantidade, o que implica em: ampliar o conhecimento geológico do território, desregulamentar a área ambiental, manter a desoneração das exportações minerais e, por fim, ter uma política mineral explícita.

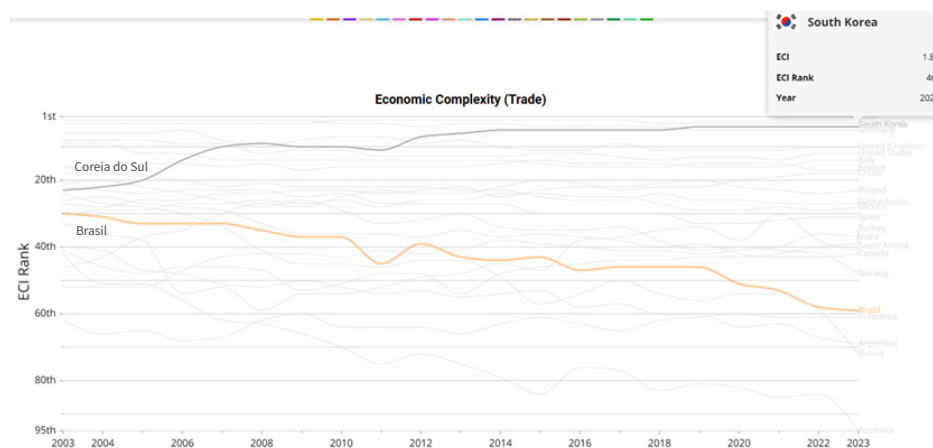
A garantia das condições necessárias para que a mineração cresça certamente assegura que o país possa ser um grande provedor de insumos no mercado internacional, isto é, fornecedor de matérias-primas; contudo, nada assegura sua industrialização. Embora os argumentos listados sejam amplamente difundidos e associados a uma política de agregação dos bens minerais, eles são frágeis e não resistem ao teste das evidências para fins de industrialização. O próprio presidente da CPRM, ao comparar o nível de conhecimento geológico do Brasil com os EUA e o Canadá, por exemplo, ressalta que “é uma falácia afirmar que o Brasil conhece pouco o seu território”. Outro argumento que não resiste às evidências é aguardar ter produção em larga escala para avançar na industrialização. Basta comparar a situação do Brasil e da Coreia do Sul que, nos anos de 1980, tinham praticamente o mesmo nível de desenvolvimento, sendo que este último não tem importantes dotações de bens mi-

nerais, mas que se transformou em uma potência na metalmeccânica e em vários ramos da tecnologia industrial.

Também deve-se destacar que não se faz política industrial sem incentivos financeiros, e a tributação é uma das formas mais eficazes para isso. Portanto, estabelecer uma política industrial necessariamente implica em criar um diferencial entre o setor extrativo e o de transformação e, nesse sentido, o Brasil caminhou em direção contrária ao equiparar com as mesmas isenções tributárias a exportação de *commodities* e a exportação de produtos industrializados. Não à toa o Índice de Complexidade do Comércio externo brasileiro vem caindo drasticamente, o oposto do que ocorre com a Coreia do Sul (Figura 38).

“(...) estabelecer uma política industrial necessariamente implica em criar um diferencial entre o setor extrativo e o de transformação e, nesse sentido, o Brasil caminhou em direção contrária ao equiparar com as mesmas isenções tributárias a exportação de *commodities* e a exportação de produtos industrializados.”

Figura 38. Brasil e Coreia do Sul - Complexidade Econômica do Comércio Internacional, 2003-2023



Fonte: OEC, 2025.

Lamentavelmente, os indicadores do Observatório da Complexidade Econômica (OEC, 2025) revelam que o Brasil tem estado na contramão da diretriz do adensamento das cadeias produtivas. Segundo a OEC, o Brasil tem piorado em suas avaliações, conforme evidenciado por diferentes indicadores, como o ECI¹¹

“(...) os indicadores do Observatório da Complexidade Econômica (OEC, 2025) revelam que o Brasil tem estado na contramão da diretriz do adensamento das cadeias produtivas.”

(Índice de Complexidade Econômica). No período de 2002 a 2023, o Brasil caiu da posição 32, com ECI de 0,62, para a posição 49, com ECI igual a 0,31. Nesse mesmo período, países como a Índia passaram da posição 47 para a 37, em um *ranking* de 75 países analisados. Isso reflete que o país tem pouco conteúdo tecnológico em sua pauta de exportações. Segundo a OEC, a complexidade está associada a maiores níveis de renda, de crescimento econômico, de menor desigualdade de renda e menores emissões de gases de efeito estufa. Os produtos minerais exportados pelo Brasil, lamentavelmente, reforçam o baixo nível de complexidade do Brasil.

Assim, embora seja um tema espinhoso, não há como fugir do assunto da equiparação tributária entre bens industrializados e *commodities*. A reforma tributária é o espaço para isso.

De forma ampla, as políticas mais difundidas no âmbito dos MCEs são evidenciadas para a mineração, como o caso das novas fontes de financiamento que o Ministério de Minas e Energia (MME) regulamentou, a partir da emissão de debêntures para a mineração (Decreto nº 11.964, de 26 de março

11. O ECI mede o potencial de crescimento de uma economia, baseado na intensidade tecnológica presente na pauta de exportações, partindo do pressuposto de que ele pode sinalizar a capacidade de inserção internacional desta economia (OEC, 2025).

de 2024), com a previsão de captação de R\$ 20 bi. A política anunciada pelo MME também prevê a desoneração de bens de capital e a desoneração das exportações com o ressarcimento em até 70% dos créditos, em qualquer etapa da transformação e em qualquer fase da cadeia.

Assim, percebe-se que as ações até então efetivadas pelo MME estão na mesma linha do IBRAM e, em parte, do BNDES: assegurar meios financeiros para o aumento da produção mineral. Embora haja também uma referência à agregação de valor e à industrialização, medidas efetivas parecem favorecer bem mais a mineração. Isso ocorre com base no pressuposto de que não existe transição energética sem os minerais, conforme ressaltam o IBRAM, o MME e o SGB, e que é necessário ter escala de produção para ter indústria de transformação (MME).

“(...) percebe-se que as ações até então efetivadas pelo MME estão na mesma linha do IBRAM e, em parte, do BNDES: assegurar meios financeiros para o aumento da produção mineral. Embora haja também uma referência à agregação de valor e à industrialização, medidas efetivas parecem favorecer bem mais a mineração.”

Dessa forma, percebe-se que a agenda da mineração está muito bem pautada, com forte suporte institucional, como os estudos do CETEM, do SGB, e o suporte da Frente Parlamentar no Congresso Nacional para acompanhar as novas e antigas regulamentações do setor. As prioridades, nesse campo, são: ampliação do mapeamento geológico, visando suprir os vazios cartográficos; desburocratização e fluidez nos processos de licenciamento ambiental; investimento em P&D; capacitação e formação de mão de obra para o setor; investimento econômico e práticas sustentáveis e circulares.

Em outra perspectiva, atores com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), Ministério da Fazenda (MF), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o BNDES, embora estejam explicitamente empenhados com a Nova Indústria Brasileira (NIB) e todos os planos complementares¹², com propostas de gerar as infraestruturas, avançar nas energias limpas e investir em mão de obra especializada, adotam também posições que vão ao encontro da perspectiva anterior, como o caso de “duplicar o peso da mineração no PIB” (MF) e “ampliar as reservas”.

Vale destacar a posição do MDIC, para o qual o crescimento econômico que o Brasil vem apresentando não é algo fortuito, mas sim fruto de uma política deliberada. Para o MDIC, a política industrial precisa de tempo para gerar efeito e superar a “armadilha da renda média”, a fim de que o país possa avançar para uma economia de alta renda. Para isso, a premissa básica é ter foco na indústria, que gera mais empregos e de maior qualificação. Nesse sentido, o desafio é construir uma economia que seja capaz de atrair conhecimento e inovação. É necessário inovar e aproveitar as janelas de oportunidade – indústria 4.0 – de transição energética. Para isso, tem-se articulado várias fontes de financiamento.

Pela perspectiva da transformação dos MCEs, não se percebe ainda que se trata de uma agenda prioritária, tampouco se percebe uma conexão necessária entre a indústria de transformação e a indústria mineral. O que poderia otimizar processos e contribuir para o aumento da competitividade nacional, considerando que a disputa internacional está muito acirrada.

“Pela perspectiva da transformação dos MCEs, não se percebe ainda que se trata de uma agenda prioritária, tampouco se percebe uma conexão necessária entre a indústria de transformação e a indústria mineral.”

O mundo todo está em busca de fontes seguras de acesso aos MCEs, havendo poucos entraves para se exportar o minério bruto ou semielaborado. Isso porque são os consumidores desses MCEs os maiores interessados em agregar valor, mas muitos dos que produzem, a exemplo da China, Indonésia e Índia, entre outros, não querem permanecer como meros fornecedores de *commodities*. Para a Austrália, por exemplo, os minerais críticos são fundamentais para a transição global para emissões

12. O MF encabeça o Plano de Transição Ecológica que está estruturado em seis pilares – finanças sustentáveis, geração de emprego, sustentabilidade, justiça social e fortalecimento da NIB (Nova Indústria Brasileira).

zero, mas essa demanda deve estar atrelada à criação de empregos e aumento da riqueza nacional, portanto, eles percebem que as cadeias de suprimentos nacionais de minerais críticos são vitais para seus interesses estratégicos.

Dessa forma, a questão do adensamento das cadeias produtivas dos MCEs está muito distante do voluntarismo do querer, mas da competência do fazer, o que pressupõe acúmulo de tecnologia, de capital humano e de estratégia, que são elementos vitais à eficiência produtiva e à competitividade.

“(...) a questão do adensamento das cadeias produtivas dos MCEs está muito distante do voluntarismo do querer, mas da competência do fazer, o que pressupõe acúmulo de tecnologia, de capital humano e de estratégia, que são elementos vitais à eficiência produtiva e à competitividade.”

6.

Desafio da sustentabilidade da mineração dos MCEs

A mineração dos MCEs geralmente acontece em municípios remotos e pequenos, com pouca ou nenhuma diversificação produtiva, com populações vulnerabilizadas por escassez de oportunidades, mas que têm forte vínculo com o território, de onde provêm seus meios de vida que garantem sua forma de existir. Esses territórios, não raramente, têm importância ecológica ímpar (berço das águas, da biodiversidade ou de espécies ameaçadas, entre outras) ou estão muito próximos de áreas especialmente protegidas ou de importância socioterritorial, como as áreas ocupadas por remanescentes de quilombos ou de populações tradicionais, por exemplo.

Nesse sentido, via de regra, há uma grande assimetria de poder econômico e de conhecimento técnico, em que a violação dos direitos humanos acaba se tornando uma prática usual. O Quadro 2 categoriza os tipos de impactos e suas evidências, a partir de algumas reportagens sobre projetos bastante emblemáticos, como os da região do Vale do Jequitinhonha, a maior produtora de lítio do país, e na região de Carajás, voltados à produção de níquel.

Quadro 2. Impactos socioambientais decorrentes da exploração dos MCEs no Brasil

Tipo de impacto adverso	Evidência	Referência
Deslocamentos forçados	"Eu morava na comunidade São Marcos fazia sete anos quando chegou o pessoal do lítio; aí eles foram comprando as terras, tirando o pessoal das propriedades, algumas casas mesmo já iam cedendo com as explosões... até que o dono do terreno me pediu a casa para poder vender, e eu tive que sair."	Basso, 2025

Inflação – aumento do custo de vida	“Vários moradores dizem ver a inflação tomar conta de produtos, serviços e terrenos da cidade. Um dos setores mais afetados foi o de moradia (...) casas (em Araçuaí -MG, lítio) pelas quais antes se pagava R\$ 500 de aluguel hoje já custam até R\$ 2.000 – uma alta de 400%” (...) “Como efeito, alguns proprietários de casas no centro estão alugando as residências e se mudando para a periferia e cidades vizinhas. Ali, constroem novas moradias. A migração acaba tendo um efeito dominó, pois aumenta o preço do material de construção e dos terrenos.”	Basso, 2025
Desequilíbrio no desenvolvimento regional	“Todo mundo está sendo expulso do centro de Araçuaí (MG), para áreas mais periféricas, e essa desigualdade vai se acirrar, agravando ainda a violência urbana, a falta de água, a precarização dos serviços públicos.”	Basso, 2025
Direitos socioambientais atropelados pela desterritorialização	“Quilombo Baú: um território de 15 mil hectares a norte do centro de Araçuaí que iniciou o processo de reconhecimento em 2008, quando a Fundação Cultural Palmares certificou a região como remanescente de quilombo. Apenas em 2024 – 16 anos depois – as autoridades deram o primeiro passo para a regulamentação fundiária, com a publicação, pelo Inbra, do Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID). Agora, a comunidade teme perder as terras para a mineração antes mesmo da sua titulação. Membros do Observatório dos Vales e Semiárido Mineiro, da UFJM, disseram ter localizado 71 pedidos minerários – parte deles para a prospecção de lítio – na área reconhecida pelo Inbra.”	Basso, 2025
Restrição de participação da sociedade afetada	“A prefeitura municipal e o Conselho Municipal de Defesa e Conservação do Meio Ambiente (Codema) negaram a inclusão de participação popular na tramitação do projeto.”	Vasconcelos, 2025
Impacto sobre os recursos hídricos	“Um inquérito do Ministério Público mineiro de outubro de 2023 aponta que a Sigma Lithium provocou lesão a bens tombados pela Constituição Estadual, quais sejam: a Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha e de comunidades tradicionais.”	Basso, 2025
Expectativas irrealistas	“Segundo o governo de Minas Gerais, um ano depois do lançamento, o projeto “Vale do Lítio” atraiu R\$ 5,5 bilhões em negócios “para o Vale da Esperança”, “permitiu a geração de mais de 10 mil empregos diretos e indiretos” e contribuiu para a arrecadação de R\$ 55,1 milhões de Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) paga aos municípios afetados.”	Basso, 2025
Poluição atmosférica	“Para boa parte dos moradores da comunidade de Poço Dantas, com casas a menos de 200 metros da pilha de rejeitos do complexo da Grota do Cirilo, a remoção seria a melhor opção diante dos transtornos causados pelas explosões diárias e pelo pó fino das rochas trituradas. “A detonação, quando você tá aqui dentro, faz até medo; faz coisa que a casa sobe e depois desce, olha como é que já rachou toda... eu já não tenho medo de mais nada, só da casa cair em cima da gente”, diz a agricultora Cleunice Gomes, de 55 anos, moradora da comunidade.”	Basso, 2025
Comprometimento do estoque de água	“Estamos em uma região que é tratada como semiárida, e o acesso a comunidades rurais é um processo complexo; reduzir a APA para permitir a mineração é intensificar a destruição das águas na região semiárida.”	Basso, 2025

Comprometimento do estoque de água	“Estamos em uma região que é tratada como semiárida, e o acesso a comunidades rurais é um processo complexo; reduzir a APA para permitir a mineração é intensificar a destruição das águas na região semiárida.”	Basso, 2025
Poluição hídrica por metais pesados	“O Ministério Público Federal (MPF) moveu uma ação na Justiça Federal contra a mineradora Vale, a União e o estado do Pará, alegando responsabilidade pela contaminação por metais pesados encontrada em indígenas da Terra Indígena (TI) Xikrin do Cateté, localizada no sudeste do Pará. A ação, protocolada na última sexta-feira (21/02) e divulgada nesta semana, aponta que os empreendimentos da Vale na região, como a mina Onça-Puma, de extração de níquel, estariam poluindo os rios Cateté e Itacaiúnas, que cortam a TI, com substâncias tóxicas. De acordo com o procurador da República Rafael Martins da Silva, a contaminação dos Xikrin do Cateté já foi amplamente documentada por estudos técnicos e denúncias de pesquisadores e instituições. “Esses estudos revelam a presença alarmante de substâncias tóxicas como chumbo, mercúrio, bário, lítio e manganês nos organismos dos indígenas, impactando diretamente sua saúde e qualidade de vida”, afirmou o MPF em nota.”	Revista Amazônia, 2025

Fonte: Elaboração baseada nas referências citadas.

A despeito da importância da comprovação científica das denúncias evidenciadas pelas reportagens, essa amostragem é reveladora de que a nova mineração dos MCEs não é estruturalmente distinta da mineração tradicional, como se poderia esperar, considerando a menor escala e o compromisso com a sustentabilidade, via de regra, assumido, por essa nova mineração.

“(...) essa amostragem é reveladora de que a nova mineração dos MCEs não é estruturalmente distinta da mineração tradicional, como se poderia esperar, considerando a menor escala e o compromisso com a sustentabilidade, via de regra, assumido, por essa nova mineração.”

No caso da Amazônia, os impactos foram amplificados, em função não apenas da fragilidade dos ecossistemas, mas das populações ancestrais que ali vivem. Esse é o caso da poluição dos recursos hídricos – Rio Cateté – e da importância vital desse recurso na vida dos povos Xikrin.

O rio Cateté é mais do que uma fonte de água para o povo indígena Xikrin: ele é o eixo central de sua cultura, alimentação e tradições. Por décadas, o rio forneceu peixe, água potável e serviu como um espaço sagrado para práticas tradicionais. No entanto, relatos e estudos recentes apontam que o Cateté já não pode ser utilizado para pesca ou consumo. “O rio está morto,” afirmou um Xikrin sob anonimato. “Era onde pegávamos água e comida. Agora não temos mais nada.” A contaminação por metais pesados tornou o rio inutilizável (Revista Amazônia, 2025).

“No caso da Amazônia, os impactos foram amplificados, em função não apenas da fragilidade dos ecossistemas, mas das populações ancestrais que ali vivem.”

A reportagem da DW (Basso, 2025) destaca que para o geógrafo Klemens Laschefschi, da Universidade de Heidelberg, a tão necessária transição energética vem servindo de subterfúgio para atropelar direitos socioambientais. “Chamo esse processo de novo colonialismo: temos a mensagem da salvação, que é desenvolvimento sustentável, transição energética e descarbonização, e usa-se essas palavras para justificar a invasão das terras indígenas, a invasão nas terras das populações tradicionais e quilombolas”, critica.

A contrapartida tem também chegado para as empresas que praticam as externalidades, como o caso da suspensão da compra de minérios.

A multinacional finlandesa Outokumpu, um dos maiores nomes no setor de aço inoxidável, anunciou o rompimento de sua parceria comercial com a mineradora brasileira Vale, interrom-

pendo a compra de níquel produzido na mina Onça Puma, localizada no sudeste do Pará. A decisão ocorreu em meio a acusações de que as operações da mina estariam contaminando o rio Cateté, um curso d'água vital para a Terra Indígena *Xikrin* e os cerca de 2 mil indígenas que dependem dele para sua subsistência (Revista Amazônia, 2024).

O caso foi detalhado no relatório “Em busca de justiça”, publicado pela organização finlandesa *Finnwatch*, que monitora violações de direitos humanos em cadeias produtivas globais. A decisão da *Otokumpu* marca um precedente importante, destacando a pressão crescente sobre empresas para que adotem práticas comerciais alinhadas aos padrões éticos e ambientais (Revista Amazônia, 2024).

Essa pequena amostra de indícios é reveladora da necessidade de se priorizar a sustentabilidade e a licença social como diretrizes estratégicas da mineração e transformação dos MCEs.

7.

Síntese e recomendações

- É consensual entre as agências especializadas de que a demanda pelos minerais críticos e estratégicos (MCEs) deve continuar a crescer nas próximas décadas, a um ritmo mais forte ou mais fraco, a depender da intenção dos países para alcançar as metas de descarbonização rumo a uma economia mais verde e digital. Isso significa que, mesmo havendo contratempos resultantes do contexto geopolítico, a emergência climática permanece e se agrava, o que requer ação, e os MCEs estão no centro deste debate.
- Essa tendência de crescimento dos MCEs também está sendo impulsionada pelo contexto de tensão geopolítica e de guerras, o que se manifesta na necessidade de aumentar os investimentos para a área da defesa. Para a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), ou Aliança Atlântica, com a gradual retirada dos EUA, o percentual mínimo a ser alocado para a área da defesa passou para 5% do PIB, uma vez que os 2% antes pactuados já não são mais suficientes (NATO, 2026). Portanto, essa decisão já tem gerado importantes efeitos sobre a demanda de minerais utilizados nesse segmento da indústria, e, novamente os MCEs têm destaque.
- De acordo com os principais atores da mineração brasileira (empresas, órgãos de pesquisa, agências e governos), o Brasil tem a oportunidade de se posicionar como um importante *player* global no mercado de minerais primários, todavia, o desejável avanço na industrialização e na agregação de valor não está assegurado pelo livre jogo das forças de mercado. Essas forças favorecem os países que estão na fronteira tecnológica e assumiram a dianteira do processo de adensamento de suas cadeias produtivas, e não aos meros fornecedores de *commodities*.
- Assim, para dar suporte a uma política industrial pró-minerais críticos e estratégicos, é indispensável conhecer o atual estágio da produção e de agregação de valor desses minerais, bem como as perspectivas concretas de adensamento de suas cadeias produtivas. Nesse sentido, o Brasil precisa enfrentar simultaneamente os desafios em duas frentes: 1) explorar seus recursos minerais de forma sustentável

e responsável e 2) avançar incansavelmente para as etapas de maior agregação de valor, na industrialização.

- No que se refere à mineração, é necessário atentar para questões associadas aos impactos socioambientais e à infraestrutura. Distintamente da mineração, tradicionalmente exercida no Brasil com escala de extração de milhões de toneladas, como o caso do minério de ferro, que responde por mais de 75% do valor da produção mineral brasileira, a produção dos MCEs é de escala muito menor, em mil toneladas ou até em quilos, está geograficamente dispersa, mas nem por isso apresenta menor potencial de gerar externalidades. É inquestionável que a mineração pode provocar danos como desmatamento, contaminação de rios e dos solos, poluição atmosférica, estresse hídrico e perda de biodiversidade, entre outros. Aliados aos benefícios econômicos do aumento da renda, das receitas públicas e do emprego, os investimentos que a mineração atrai são também acompanhados pelo aumento da violência e da pobreza e, não raras vezes, os direitos humanos são violados.
- No quesito infraestrutura, com a mineração avançando para áreas cada vez mais remotas, evidencia-se a limitação de infraestrutura adequada em sentido amplo — física, tecnológica e logística, entre outras —, o que pode dificultar o transporte, a comercialização dos minerais e, mais ainda, sua agregação de valor.
- Para as pequenas cidades mineradoras, os efeitos socioeconômicos e ambientais da extração dos MCEs são ambíguos. Devido à falta de oportunidades, um empreendimento mineral é muito desejável, pois gera empregos, impostos e ampliação e melhorias da infraestrutura local, todavia gera também impactos adversos que, se não forem bem equacionados, podem deixar um legado perverso. Portanto, é condição *sine qua non* assegurar salvaguardas socioambientais no sentido de que a exploração mineral gere benefícios líquidos para as comunidades locais e para a região hospedeira, inclusive, promovendo as melhorias de infraestrutura que possam beneficiar mais amplamente a sociedade. Isso exige o monitoramento constante, muito embora esse não tenha sido o eixo central de análise deste estudo.
- Com a globalização, a mineração se transformou em um negócio financeiro muito lucrativo. Há empresas especializadas em cada uma das etapas da produção mineral: pesquisa e exploração, desenvolvimento e operação, e mineral-negócios. Nesse mercado, as negociações com a venda de ativos são bilionárias. Isso reforça o lema de que, se deixado exclusivamente ao livre jogo das forças de mercado, será a expectativa de ganho financeiro que prevalecerá no mineral-negócio, em detrimento de aspectos socioeconômicos e ambientais de longo prazo. Nesse sentido, é necessário fortalecer os órgãos de controle, bem como a política regulatória para mineração brasileira.
- No que se refere à transformação mineral, é preciso mapear primeiramente a conexão oferta/demanda — os consumidores de bens minerais transformados estão desconectados dos produtores locais, e não há estímulos para integrar cadeias nacionalmente. Um exemplo bem ilustrativo é o caso do cobre, em que o maior produtor, o Pará, localizado na Região Norte do país, exporta a totalidade de sua produção sob a forma de concentrado de cobre, e o estado de Santa Catarina, na Região Sul do Brasil, absorve 50% de tudo o que o Brasil importa em transformados de cobre. A pergunta que emerge é: por que essa cadeia não é fortalecida no Brasil? As respostas sempre recaem sobre custos e competitividade. Porém, como solucionar esse impasse? Uma alternativa é desenvolver um *hub* eficiente que faça a conexão entre as necessidades dos consumidores, considerando em detalhe suas especificidades técnicas, a disponibilidade da oferta e conhecendo em detalhe as características do produto. Tudo isso é indispensável para otimizar esforços e maximizar recursos escassos.
- Em segundo lugar, é preciso assegurar compromissos do setor industrial e mineral com agregação de valor, considerando que a extração dos MCEs é prioritariamente feita por empresas multinacionais — canadenses e americanas no lítio, chinesas e canadenses nas terras raras, chinesas no nióbio, etc. A despeito da boa vontade que possam ter e das parcerias nacionais, essas empresas têm diretrizes bem definidas a partir de suas matrizes sobre o que, como, quanto e onde produzir, e seu primeiro compromisso é com suas matrizes.
- A China está estrategicamente adquirindo várias minas de MCEs no Brasil, como os casos do nióbio, em Catalão (GO), pela CMOC; as aquisições recentes dos ativos de níquel das minas em Goiás (Niquelândia e Barro Alto); e de reservas relevantes no Pará e no Amazonas (Mineração Taboca), com importantes depósitos de tântalo. Além disso, está adquirindo rejeitos de antigas minas, uma vez que esses têm

teor economicamente viável, como foi o caso da aquisição dos rejeitos da Monazita (ETR) da INB, no Rio de Janeiro; e ainda no *boom* dos preços do lítio, em 2022, a China adquiriu os rejeitos do lítio da CBL. Dessa forma, embora seja difícil ter uma posição soberana nesse mercado, é importante conhecer a trajetória das empresas que agregam valor, como o caso da CBL, no lítio; a CBMM, no nióbio; a Parapanema, no cobre; o grupo Votorantim, no alumínio, entre outras que, via de regra, são empresas com forte compromisso em criar tecnologias nacionais. É por isso que nesse contexto é fundamental a regulação tributária (justa repartição dos benefícios), ambiental (processos sustentáveis) e de garantias quanto ao respeito aos direitos humanos (salvaguardas sociais).

- É fato que o Brasil enfrenta problemas de competitividade, por décadas de trajetória de desindustrialização. E, não raras vezes, produtos que, em tese, o país teria condições de produzir internamente são importados, tais como: grafita, cobre, terras raras, etc. Isso representa um enorme desperdício de oportunidades, pois, na medida em que se avança na agregação de valor, os valores unitários também aumentam, da mesma forma em que se amplia a necessidade de *expertise* e maior qualificação da força de trabalho, o que exige recursos humanos de alto nível para atuar em um mercado cada vez mais exigente. Esse limite competitivo é também afetado pelo tamanho do mercado doméstico, além das possibilidades concretas de acesso ao mercado internacional. Dessa forma, é indispensável conectar setores produtivos e regiões produtivas. Ressalte-se que isso também tem um aspecto federativo importante para a promoção do desenvolvimento regional brasileiro.
- Assim, os esforços em prol de elevar a agregação de valor aos MCEs explorados no Brasil não podem ser afrouxados. Destaque especial deve ser dado ao cobre, cuja demanda é crescente e bastante diversificada e, embora o Brasil não tenha grandes reservas, já tem uma cadeia bem estruturada. Destacam-se também as terras raras e a grafita, das quais o Brasil detém a segunda maior reserva mundial e vem adquirindo *expertise* tecnológica e empresarial. No entanto, o adensamento dessas cadeias não ocorrerá espontaneamente, ao contrário, requer políticas, instrumentos, clara deliberação para viabilizá-lo, além da disposição para assumir riscos. E isso se deve ao fato de que o jogo internacional já está em curso, com a dominância da China em todas as etapas, e nele há uma disputa ferrenha que não perdoa os retardatários. Para isso, é preciso estreitar parcerias e acordos de cooperação do setor empresarial com o sistema de CT&I brasileiro, constituído por Universidades, Centros de Pesquisa, Parques Tecnológicos e Institutos de Inovação, com irrigação de fontes de fomento adequadas, a fim de gerar as inovações tão indispensáveis para que realmente o Brasil possa dar um salto de qualidade em seu desenvolvimento industrial nesta etapa de intensa transição tecnológica.



8.

Considerações finais

O estudo tratou da importância dos minerais críticos e estratégicos (MCEs) diante do aumento da demanda global impulsionada por transição energética, digitalização e tensões geopolíticas. Esses minerais são essenciais tanto para tecnologias verdes quanto para a indústria de defesa.

O Brasil tem potencial de se tornar um *player* global relevante, mas a simples exportação de *commodities* não garante desenvolvimento. Para isso, é necessário avançar na industrialização e na agregação de valor, enfrentando desafios tecnológicos, de infraestrutura, socioambientais e de governança.

No entanto, o setor mineral está globalizado e dominado por grandes empresas, muitas estrangeiras, o que limita a soberania nacional e ressalta a necessidade de fortalecer órgãos de controle e criar mecanismos de repartição justa dos benefícios. Isso porque a mineração dos MCEs, embora de menor escala, não é menos intensiva em externalidades, o que requer salvaguardas e políticas regulatórias eficazes.

O Brasil ainda sofre com a falta de competitividade e desindustrialização, importando produtos que poderia produzir internamente, como cobre, grafita e terras raras. Para reverter esse quadro, é crucial conectar cadeias produtivas, estimular *hubs* nacionais de integração, fomentar inovação tecnológica e promover parcerias entre empresas, universidades e centros de pesquisa.

Cobre, terras raras e grafita são minerais estratégicos para o Brasil, apresentam reservas relevantes e potencial de desenvolvimento industrial. Porém, o adensamento dessas cadeias não ocorrerá espontaneamente, exigindo políticas públicas deliberadas, cooperação internacional e forte investimento em ciência, tecnologia e inovação.

Agradecimentos

Quero expressar meus agradecimentos ao apoio financeiro do ICS e operacional do UpBIO, bem como ao Engenheiro Metalúrgico e Mestre em Economia, Evandro Diniz, que elaborou as ilustrações sobre as cadeias produtivas.



Referências

ANM (2025) *Sumário Mineral Brasileiro 2024*. Brasília: Agência Nacional de Mineração. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2024> (Acesso: 07 abr. 2026).

ANM (2026a) *Anuário Mineral Brasileiro Interativo*. Brasília: Agência Nacional de Mineração. Disponível em: [Anuário Mineral Brasileiro Interativo \(Power BI\)](#). (Acesso: 07 abr. 2026).

ANM (2026b) *COMEXMIN - Comércio Exterior do Setor Mineral*. Brasília: Agência Nacional de Mineração. Disponível em: [COMEXMIN - Comércio Exterior do Setor Mineral \(Power BI\)](#). (Acesso: 07 abr. 2026).

Basso, G. (2025) “‘Eldorado do lítio’ brasileiro não entrega riqueza prometida”, *DW Brasil*, 25 de fevereiro. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/eldorado-do-litio-brasileiro-nao-entrega-riqueza-prometida/a-71745648> (Acesso: 07 abr. 2026).

BNDES (2025) "Cadeia de Valor de Minerais Estratégicos para Transição Energética e Descarbonização" YouTube, 10 de março, 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rB3htWQdChc> (Acesso em: 07 abr. 2026).

Brasil (2024). Projeto de Lei nº 2.780, de 2024. Institui a Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE), o Comitê de Minerais Críticos e Estratégicos (CMCE), vinculado ao Conselho Nacional de Política Mineral, e dá outras providências. Câmara dos Deputados, Brasília, 2024. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2450892&filename=PL%202780/2024 (Acesso em: 07 abr. 2026)

Brasil Mineral (2025a) ‘Demanda por cobre exigirá investimento de US\$ 100 bilhões em 10 anos’, Brasil Mineral, 02 de março. Disponível em: <https://brasilmineral.com.br/noticias/demanda-por-cobre-exigira-investimento-de-us-100-bilhoes-em-10-anos> (Acesso: 07 abr. 2026).

Brasil Mineral (2025b) 'Anglo American vende ativos de níquel no Brasil para grupo chinês Minmetals, por US\$ 500 milhões', *Brasil Mineral*, 18 de fevereiro. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/anglo-american-vende-ativos-de-niquel-no-brasil-para-grupo-chines-minmetals-por-us-500> (Acesso: 07 abr. 2026).

Canada — Government of Canada (2025) G7 Critical Minerals Action Plan. Kananaskis. Disponível em: <https://www.mofa.go.jp/files/100862251.pdf> (Acesso: 07 abr. 2026).

Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI) (2025) *Relatório técnico - O papel do Brasil na agenda global de minerais críticos e estratégicos: demanda projetada e contribuição possível do Brasil na transição energética*. 1. ed. Rio de Janeiro: CEBRI. Disponível em: https://cebri.org/media/documentos/arquivos/CEBRI_MCE_Relatorio_Final.pdf (Acesso: 07 abr. 2026).

Chatham House (2025) *Resource Trade Earth — Data 2025*. Disponível em: <https://resourcetrade.earth/> (Acesso: 07 abr. 2026).

CRU (2025) *Copper market data*. Disponível em: <https://www.crugroup.com/en/commodities/copper/> (Acesso: 07 abr. 2026).

De Tomi, G., Loredó, G. e Santos, V. (2024) 'Minerais Críticos e Estratégicos no Brasil: Uma Agenda de Soberania e de Clima', *Centro Soberania e Clima*, Brasília. Disponível em: <https://soberaniaeclima.org.br/wp-content/uploads/2024/05/Artigo-Giorgio-de-Tomi-02.pdf> (Acesso: 07 abr. 2026).

EPE (2025) *Minerais críticos e estratégicos para a transição energética*. Empresa de Pesquisa Energética, março de 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-877/Caderno_Minerais_Final.pdf (Acesso: 07 abr. 2026).

European Commission (2025) *Factsheet - EU-Mercosur partnership agreement: enhancing trade and investment in critical raw materials*. Disponível em: https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/mercosur/eu-mercosur-agreement/factsheet-eu-mercosur-partnership-agreement-enhancing-trade-and-investment-critical-raw-materials_en (Acesso: 07 abr. 2026).

European Council (2024) *Critical Raw Materials Act*. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/critical-raw-materials/#act> (Acesso: 07 abr. 2026).

Fleming, M., Kannan, S.G. e Eggert, R. (2024) 'Long-run availability of mineral resources: The dynamic case of lithium', *Resources Policy*, 97, pp. 1–11. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105226>

Govreau, J. (2025) '2025 Global Mining Project Spending Outlook', *Engineering & Mining Journal*, Janeiro 2025. Disponível em: <https://www.e-mj.com/features/2025-global-mining-project-spending-outlook/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Harmash, O. (2025) 'What are Ukraine's rare earths and why does Trump want them?', Reuters, 12 fevereiro. Disponível em: <https://www.reuters.com/markets/commodities/what-are-ukraines-rare-earths-why-does-trump-want-them-2025-02-05/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Ku, A.Y., Alonso, E., Eggert, R., Graedel, T., Habib, K., Hool, A., Muta, T., Schrijvers, D., Tercero, L., Vakhitova, T. e Veeh, C. (2024) 'Grand challenges in anticipating and responding to critical materials supply risks', *Joule*, 8(5), pp. 1208–1223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2024.03.001>

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) (2024) *Fundamentos para políticas públicas em minerais críticos e estratégicos para o Brasil*. 1. ed. Brasília: IBRAM. Disponível em: https://www.ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/07/IBRAM_MINERAIS_CRITICOS-E-ESTRATEGICOS_web.pdf (Acesso: 07 abr. 2026).

Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) (2025) "Seminário Internacional de Minerais Críticos e Estratégicos 2025." Brasília: IBRAM. Disponível em: <https://ibram-eventos.com.br/event-landing-page/111/pt> (Acesso em 07 abr. 2026).

International Energy Agency (IEA) (2024) *World Energy Outlook 2024*. Paris: IEA. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/140a0470-5b90-4922-a0e9-838b3ac6918c/WorldEnergyOutlook2024.pdf> (Acesso: jan. 2026).

International Energy Agency (IEA) (2025a) *Global Critical Minerals Outlook 2025*. Paris: IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025> (Acesso: abr. 2025).

International Energy Agency (IEA) (2025b) *World Energy Outlook 2025*. Paris: IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025> (Acesso: 07 abr. 2026).

IstoÉ Dinheiro (2025) 'G7 lança Plano de Ação para Minerais Críticos e alerta para ameaças à segurança econômica', *IstoÉ Dinheiro*, 17 de junho. Disponível em: <https://istoedinheiro.com.br/g7-lanca-plano-de-acao-para-minerais-criticos-e-alerta-para-ameacas-a-seguranca-economica> (Acesso: 20 jan. 2026).

IVA — Royal Swedish Academy of Engineering Sciences (2025) *How can the Swedish mining cluster strengthen Europe's supply of metals and minerals?* Disponível em: <https://www.iva.se/contentassets/a3873d484fed4ddb851249be0caa0bf6/presentation-how-can-the-swedish-mining-cluster-strengthen-europes-supply-of-metals-and-minerals.pdf> (Acesso: 07 abr. 2026).

Li, E., Bieker, G. e Sen, A. (2024) *Electrifying road transport with less mining: a global and regional battery material outlook*. Washington: International Council on Clean Transportation (ICCT). Disponível em: https://theicct.org/wp-content/uploads/2024/12/ID-206-%E2%80%93-Battery-outlook_report_final.pdf (Acesso: 07 abr. 2026).

Lins, F., Vera, Y.M. e Dourado, M.D.L. (2025) 'Brasil é o segundo em reservas de terras raras no mundo', *Brasil Mineral*, 19 fevereiro. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/brasil-e-o-segundo-em-reservas-de-terras-raras-no-mundo> (Acesso: 07 abr. 2026).

MDIC (2025) *Comex Stat — Estatísticas do comércio exterior de bens*. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home> (Acesso: 07 abr. 2026).

MME (2011) *Plano Nacional de Mineração 2030: Geologia, Mineração e Transformação Mineral*. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/plano-nacional-de-mineracao-2030-1/documentos/pnm_2030.pdf/view (Acesso: 07 abr. 2026).

MME (2019) *Minerais estratégicos. Apresentação à Audiência Pública da Comissão de Minas e Energia — Câmara dos Deputados, 09/07/2019*. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/2019/09-07-2019-extracao-exploracao-comercio-e-exportacao-do-niobio-pl-4978-2013/1.%20MME.pdf> (Acesso: 07 abr. 2026).

MTE (2026) *Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) — Painel de Informações do Novo CAGED, janeiro de 2026*. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/novo-caged/2026/janeiro/pagina-inicial> (Acesso: 07 abr. 2026).

North Atlantic Treaty Organization (NATO) (2026) 'Defence expenditures and NATO's 5% commitment', NATO, 10 de Abril. 2025. Disponível em: <https://www.nato.int/en/what-we-do/introduction-to-nato/defence-expenditures-and-natos-5-commitment> (Acesso em: 10 abr. 2026).

Observatory of Economic Complexity (OEC) (2025) *Brazil — perfil econômico e comércio exterior, 2023*. Disponível em: <https://oec.world/en/profile/country/bra> (Acesso: 07 abr. 2026).

Portal Máquinas e Equipamentos (2024) *Beneficiamento mineral: agregação de valor e a dependência de máquinas e equipamentos*. Portal Máquinas e Equipamentos, setembro. Disponível em: <https://maquinaseequipamentos.com.br/beneficiamento-mineral-agregacao-de-valor-e-a-dependencia-de-maquinas-e-equipamentos/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Revista Amazônia (2024) 'Multinacional cancela contrato com a Vale por contaminação de rio em território indígena', *Revista Amazônia*, 18 de dezembro. Disponível em: <https://revistaamazonia.com.br/multinacional-cancela-contrato-vale/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Revista Amazônia (2025) 'MPF acusa Vale de contaminar indígenas com metais pesados no Pará', *Revista Amazônia*, 28 de fevereiro. Disponível em: <https://revistaamazonia.com.br/mpf-vale-contaminar-indigenas-metais-para/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Schenk, A.C.D. (2025) 'Mineradora Serra Verde vai ampliar produção de terras raras', *Revista Mineração & Sustentabilidade*, 3 de janeiro. Disponível em: <https://revistamineracao.com.br/2025/01/03/mineradora-serra-verde-vai-ampliar-producao-de-terras-raras/> (Acesso: 07 abr. 2026).

SCREEN2 (2023) *Factsheets updates based on 2020 factsheets: Natural graphite*. European Commission Horizon 2020. Disponível em: https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/12/SCREEN2_factsheets_GRAPHITE_V1.pdf (Acesso: 07 abr. 2026).

SGB (2024) *Plano decenal de mapeamento geológico básico: PlanGeo 2025–2034. Responsáveis técnicos: Lúcia Travassos da Rosa-Costa et al.* Brasília: Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/server/api/core/bitstreams/34c8cab2-ee61-4284-955e-a6a438edca8d/content> (Acesso: 07 abr. 2026).

Souza, R. (2025) “Elon Musk compra terreno em Minas Gerais: O bilionário aposta no ‘ouro branco’”, *Click Petróleo e Gás*, 26 de junho. Disponível em: <https://clickpetroleogas.com.br/elon-musk-compra-terreno-em-minas-gerais-o-bilionario-aposta-no-ouro-branco-rss94/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Vasconcelos, A.C. (2025) 'Projeto de mineração de terras raras pode avançar em Caldas (MG); população denuncia impactos e aprova reivindicações', *Brasil de Fato*, 28 de fevereiro. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/02/28/projeto-de-mineracao-de-terras-raras-pode-avancar-em-caldas-mg-populacao-denuncia-impactos-e-aprova-reivindicacoes/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Venditti, B. (2025) 'How Many New Mines Are Needed for the Energy Transition?', *Elements by Visual Capitalist*, 24 de janeiro. Disponível em: <https://elements.visualcapitalist.com/how-many-new-mines-are-needed-for-the-energy-transition/> (Acesso: 07 abr. 2026).

Xavier, G. (2025) 'A batalha por terras raras: quem controla os minerais do futuro?', *ND+*, 26 de fevereiro. Disponível em: <https://ndmais.com.br/economia/agronegocios/principais-depositos-minerais-de-terras-raras-no-mundo/> (Acesso: 07 abr. 2026).



Soberania
& Clima