

O POSICIONAMENTO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL DE MINERAIS CRÍTICOS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA¹

Rafael Leão²

Mariano de Oliveira³

Danúbia da Cunha⁴

André Nunes⁵

SINOPSE

A transição de um sistema energético baseado em combustíveis fósseis para outro baseado em fontes renováveis depende da ampliação da oferta daquilo que está denominado como “minerais críticos para a transição energética”. Esses minerais são essenciais para a fabricação de todos os sistemas de geração e armazenamento de energia renovável e representam valiosa oportunidade comercial para os países que detêm reservas e produção relevantes. Este estudo analisa o posicionamento do Brasil no comércio internacional dessas substâncias entre 2002 e 2022, a partir de dados do World Integrated Trade Solution (Wits), do Banco Mundial.

Palavras-chave: mudanças climáticas; transição energética; minerais críticos e estratégicos; comércio internacional.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas já são uma realidade que impõe custos sociais, econômicos e políticos. Países trabalham para conter as emissões de gases de efeito estufa e adaptar suas economias, administrando impactos e explorando oportunidades. No plano das ações de mitigação, a reconfiguração dos sistemas energéticos aparece como estratégia central (Yergin, 2023). A transição energética exige reconversão produtiva generalizada, substituindo combustíveis fósseis por fontes renováveis, e enseja sua própria pletora de desafios econômicos, políticos, geopolíticos e tecnológicos.

É sobretudo no plano tecnológico que ganha destaque o tema dos “minerais críticos para a transição energética”. Enquanto o sistema energético atual é intensivo em combustíveis fósseis, as modernas tecnologias renováveis são intensivas em substâncias minerais, representando, todavia, oportunidade econômica para os países que detêm reservas e produção relevantes, como o Brasil (Silva, Cunha e Costa, 2023). Este estudo, assim, analisa a evolução brasileira no comércio internacional dessas substâncias ao longo do século XXI.

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/radar76art1>

2. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail:* rafael.leao@ipea.gov.br.

3. Pesquisador-tecnologista em informações e avaliações educacionais na Coordenação de Economia Mineral da Superintendência de Regulação Econômica e Governança Regulatória da Agência Nacional de Mineração (Coemi/SRG/ANM). *E-mail:* mariano.oliveira@anm.gov.br.

4. Pesquisadora bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea. *E-mail:* drcdanubia@gmail.com.

5. Analista técnico de relações internacionais na Empresa Gerencial de Projetos Navais (Emgepron). *E-mail:* andrenunes03@hotmail.com.

2 OS MINERAIS DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: CONCEITO E ESCOPO DE ANÁLISE

Conceitualmente, esse debate também está inserido no guarda-chuva temático dos minerais críticos e estratégicos (Hayes e McCullough, 2018). Como apontado em Castro, Peiter e Góes (2022), Estados Unidos, União Europeia e China – para ficar em três exemplos – têm políticas públicas voltadas ao tema. Basicamente, são elencadas as substâncias de que suas estruturas produtivas necessitam, mas não conseguem acessar no plano doméstico, por um lado, e as substâncias que o mercado global demanda e que suas bases mineradoras podem fornecer, por outro. O Brasil também possui política pública embrionária para o tema, lançada pelo Decreto nº 10.657 de 24 de março de 2021, a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos.^{6,7}

Os minerais críticos da transição energética são, portanto, os elementos químicos de base mineral que permeiam o processo produtivo e as agendas tecnológicas das indústrias que manufaturam os componentes necessários para geração de energia renovável. A dificuldade da pesquisa sobre o tema está menos no conceito e mais na “escolha” dessas substâncias. No limite, praticamente toda a tabela periódica poderia se enquadrar nessa definição, pois iniciativas experimentais de apresentar inovações disruptivas a partir de diversas substâncias são conduzidas em todo o mundo há muitos anos. Contudo, um grupo seletivo de substâncias representa o núcleo de análise, tanto pela sua ubiquidade quanto pela intensidade do seu uso nas tecnologias de transição energética, conforme apontado em relatório da Agência Internacional de Energia (IEA), publicado em 2022, que se apresenta como referência central neste debate (IEA, 2022).

Este trabalho alinha-se ao da IEA (2022) e investiga a situação brasileira diante do comércio global dos minérios das seguintes substâncias: cobre, cobalto, cromo, níquel, lítio, zinco, alumínio, manganês, molibdênio, terras raras, elementos platinoides,⁸ silício e grafite. Aqui não se investiga o elo produtivo seguinte (em elaboração para trabalho subsequente) de refinamento e transformação mineral, que elabora produtos metalúrgicos e compostos químicos de uso básico pela manufatura. A análise, portanto, está circunscrita à indústria extrativa mineral e à comercialização do produto desse setor (minérios e seus concentrados).⁹

3 BASE DE DADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

A análise deste estudo está baseada em dados do World Integrated Trade Solution (Wits), do Banco Mundial. Os dados de importação e exportação estão todos baseados nas estatísticas de importações de todas as nações do mundo, pela maior confiabilidade dos registros administrativos dessas operações para o caso das substâncias minerais. A Guiné, maior exportador global de bauxita, e a República Democrática do Congo, maior exportador global de minério de cobalto, não registram suas exportações desses bens; no entanto, seus importadores registram suas importações desses minerais “corretamente” atribuídas aos dois países.

6. A Resolução MME nº 2 de 18 de junho de 2021 define a lista desses minerais, que são: enxofre, minérios de fosfato, de potássio, de molibdênio, de cobalto, de cobre, de estanho, de grafita, do grupo da platina, de lítio, de nióbio, de níquel, de silício, de tálio, de tântalo, de terras raras, de titânio, de tungstênio, de urânio, de vanádio, de alumínio, de ferro, de ouro e de manganês.

7. Mais recentemente, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou o Fundo de Investimento em Participações (FIP) Minerais Estratégicos, com R\$ 1 bilhão. Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-MME-lancam-fundo-de-R\\$-1-bi-para-projetos-de-minerais-estrategicos-para-transicao-energetica/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-e-MME-lancam-fundo-de-R$-1-bi-para-projetos-de-minerais-estrategicos-para-transicao-energetica/). Acesso em: 1º jul. 2024.

8. Nem todas as substâncias classificadas como terras raras e platinoides são críticas para a transição energética. Contudo, por limitação das bases de dados de comércio internacional baseadas no sistema harmonizado (SH), a análise irá incorporá-las em sua totalidade. As terras raras com uso na transição energética são essencialmente o neodímio, praseodímio, térbio e disprósio, e os platinoides são platina, paládio, irídio, ródio e rutênio (IEA, 2022).

9. Barras metálicas e compostos químicos são produtos da metalurgia e da indústria química, respectivamente.

Os códigos SH dos minérios pesquisados são os seguintes: 2504.10 e 2504.90 (grafite natural); 2506.10 (quartzo, fonte de silício); 2530.90 (minérios de lítio e minerais de terras raras); 2602.00 (minérios de manganês); 2603.00 (minérios de cobre); 2604.00 (minérios de níquel); 2605.00 (minérios de cobalto); 2606.00 (minérios de alumínio); 2608.00 (minérios de zinco); 2610.00 (minérios de cromo); 2613.10 e 2613.90 (minérios de molibdênio); e 2616.90 (minérios de platinoides).

Os dados do Wits, nesse nível de detalhamento de seis dígitos, impõem algumas limitações de análise. O código 2616.90 registra os metais preciosos, no qual os platinoides se encontram, incluindo o minério de ouro (mas não inclui a prata). Felizmente, o comércio global de minério de ouro é inexpressivo, pois o ouro é comercializado em barras, bulhão dourado e lingotes, majoritariamente. Ademais, nem todos os platinoides são relevantes para a transição energética. Esse também é o caso do código 2530.90, pois nem todas as terras raras são úteis ao tema da pesquisa.

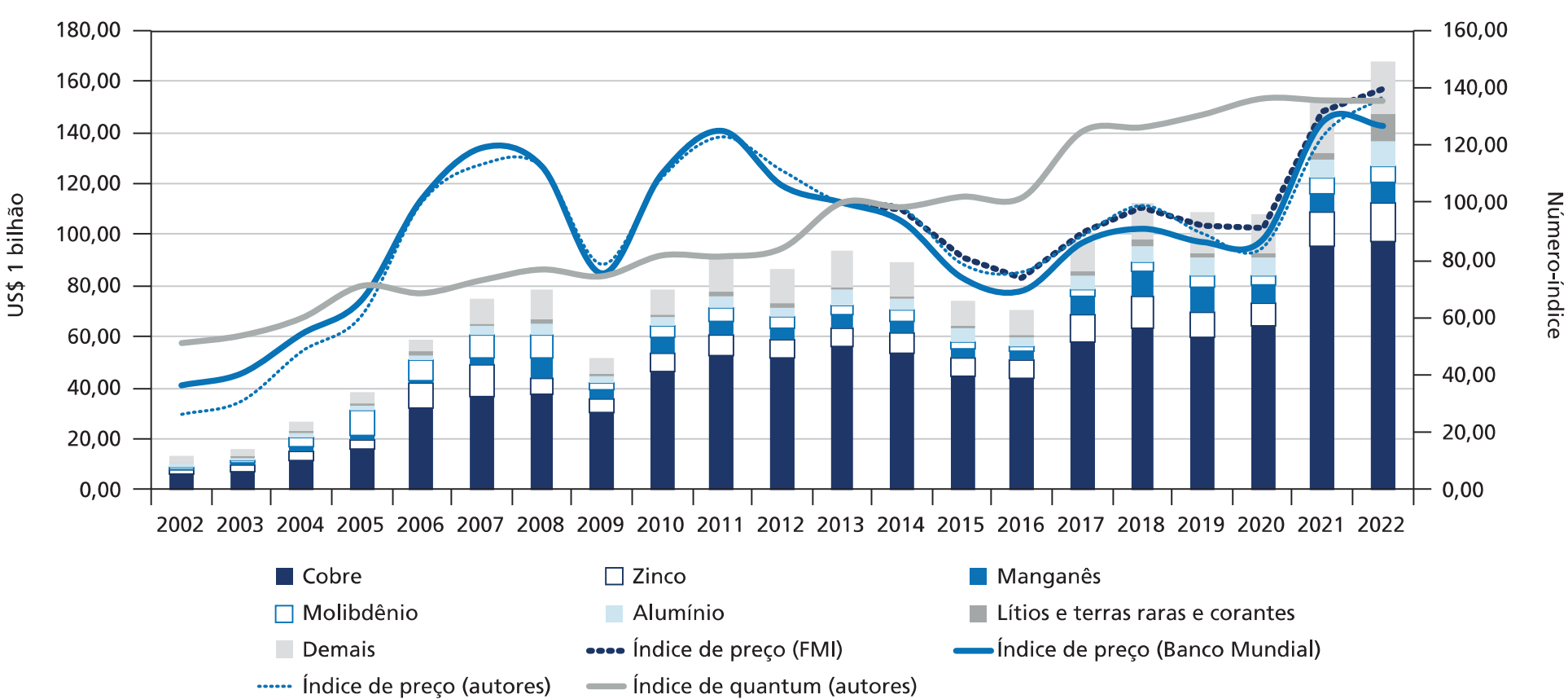
A análise percorre os anos de 2002 a 2022, pois os dados para 2023, no momento de sua obtenção, ainda estavam incompletos.

4 O COMÉRCIO GLOBAL E A POSIÇÃO BRASILEIRA

Em dólares correntes, as importações globais de minerais da transição energética saíram de US\$ 13,15 bilhões, em 2002, para US\$ 168,05 bilhões, em 2022, tendo o cobre como substância mais representativa, com participação anual média de 55%, seguido de longe pelo zinco, com participação anual média de 10%. O crescimento do valor das exportações dessa cesta de minerais não foi contínuo, todavia. Como pode ser visto no gráfico 1,¹⁰ as crises internacionais de 2009 e 2015/2016 reduziram os valores dos fluxos comerciais, basicamente pela queda e estagnação das cotações das *commodities* minerais e metálicas entre 2011 e 2020, visto que o *quantum* exportado manteve trajetória de crescimento estável e constante.

10. Os índices de preços do gráfico 1 foram obtidos diretamente do World Bank Commodity Price Data e do IMF Primary Commodity Prices. O índice do Banco Mundial foi calculado, segundo nota metodológica da própria fonte, com as cotações internacionais do alumínio, cobre, chumbo, níquel, estanho e zinco em suas formas metálicas. O índice é representativo do movimento geral do segmento de *commodities* minerais e metálicas e tem função ilustrativa da dinâmica de preços de todo o segmento mineral. O índice do Fundo Monetário Internacional (FMI), segundo notas metodológicas (disponível em: <https://www.imf.org/en/Research/commodity-prices>; acesso em: 1º jul. 2024), é composto por alumínio, cromo, cobalto, cobre, chumbo, lítio, manganês, molibdênio, níquel, paládio, platina, terras raras, silício, prata, vanádio e zinco também em suas formas metálicas. Os índices de preço e *quantum* calculados pelos autores, a partir dos dados da própria base de dados Wits, foram baseados no valor e na massa (em quilogramas) das importações de cobre, cromo, grafite, lítio, manganês, molibdênio, quartzo e zinco, em suas formas minerais. As informações da massa das demais substâncias apresentaram inconsistências e, por isso, foram descartadas. De qualquer maneira, as utilizadas representam 85% do valor comercializado entre 2002 e 2022.

GRÁFICO 1
Comércio internacional de minerais críticos da transição energética (2002-2022)^{1,2}



Fontes: Wits/Banco Mundial e FMI.
Elaboração dos autores.
Notas: ¹ Estatísticas elaboradas pelo registro das importações.
² Minérios de alumínio, cobalto, cromo, cobre, grafite, lítio, manganês, molibdênio, níquel, platinoídes, silício, terras raras e zinco.
Obs.: Base dos números-índices: 2013 = 100.

Os maiores exportadores, no acumulado desses vinte anos, foram Chile, Peru e Austrália, basicamente pela relevância de suas reservas e produção de minérios de cobre. O maior exportador de cobalto foi a República Democrática do Congo; o maior de minérios de alumínio foi a Guiné; o maior de cromo foi a África do Sul; o maior de grafite natural foi a China; o maior de níquel foram as Filipinas; o maior de zinco foi o Peru; o maior de silício (quartzo) foram os Estados Unidos; o maior de manganês foi a África do Sul; o maior de molibdênio foi o Chile; o maior de metais preciosos (incluindo platinoídes) foi a África do Sul; e o maior de lítio foi a Austrália.

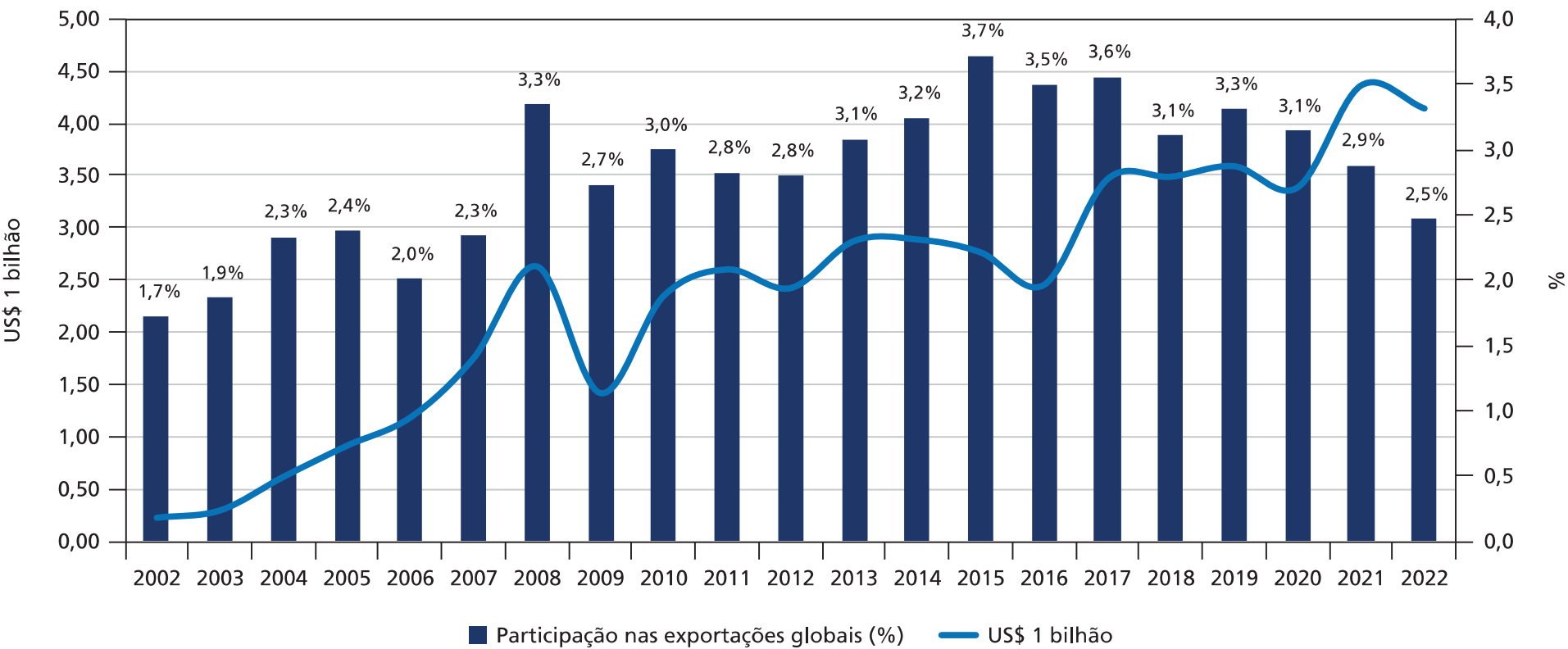
Até 2007, a União Europeia¹¹ liderava as importações. A partir de 2008, a China tornou-se o maior importador do mundo, isoladamente, respondendo por 57,1% das importações globais em 2022; União Europeia e Japão, que, em 2002, respondiam por 56,6%, conjuntamente, em 2022, foram responsáveis por 23,1% do mercado global. Nesse período, as importações chinesas cresceram 72x em valor, enquanto as importações da União Europeia e do Japão aumentaram entre 5x e 6x, apenas.

Diferentemente do eixo exportador, que possui países líderes nas exportações de substâncias distintas, no eixo importador ocorre a dominação chinesa, europeia e japonesa: em uma ou outra substância, algum país que não esses três aparece na lista dos três principais, mas, de forma geral, a China lidera, seguida por União Europeia e Japão nos segundo e terceiro lugares.

Nesse contexto, o Brasil apresentou aumento do valor exportado e crescimento quase contínuo de sua participação no mercado global (gráfico 2). De 2002 até 2015, o país ampliou sua participação, saindo de 1,7% para 3,7%, de meros US\$ 230 milhões para mais de US\$ 2,7 bilhões. Nos anos seguintes, a participação brasileira caiu até 2022, ainda que o valor exportado tenha continuado em alta, chegando em R\$ 4,1 bilhões – a máxima, na verdade, foi no ano anterior, com US\$ 4,4 bilhões. Em 2022, a cotação internacional do cobre caiu, mas o *quantum* exportado de cobre pelo país caiu, de acordo com os dados do Wits.

11. Os autores agruparam todos os registros dos 27 países-membros da União Europeia (mais o Reino Unido) sob a mesma designação para todo o período analisado.

GRÁFICO 2
Exportações brasileiras de minerais críticos da transição energética (2002-2022)^{1,2}



Fonte: Wits/Banco Mundial.

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Estatísticas elaboradas pelo registro das importações.

² Minérios de alumínio, cobalto, cromo, cobre, grafite, lítio, manganês, molibdênio, níquel, platinoídes, silício, terras raras e zinco.

As exportações brasileiras podem ser divididas em duas fases, portanto: até 2015, cresciam a 21,2% ao ano (a.a.), em média, contra 14,3% a.a. da média global, garantindo ganhos de *market share*; de 2015 até 2022, esse ímpeto arrefeceu-se, e o crescimento das exportações caiu para 5,9% a.a., em média, enquanto a média global foi de 12,3% a.a. O cobre, em todo o período, foi o mineral mais importante para explicar a atuação brasileira.

Em 2004, com início das operações no Pará, o Brasil iniciou intensa trajetória de produção e exportação de minérios de cobre, de forma que 59,7% de toda a exportação acumulada de 2004 a 2015 se deve a esse minério. Entre 2004 e 2015, as exportações brasileiras aumentaram 14,3x, enquanto as do mundo, 3,7x. Entre 2015 e 2022, contudo, as exportações brasileiras aumentaram em 1,6x, e as do mundo, em 2,1x. O crescimento até 2015 se deve ao incremento anual acelerado para levar a operação mineradora até seu estágio de maturidade e produção máxima.

A partir de 2019, lítio e níquel começaram sua trajetória de expansão. A reabertura de operações de extração de minério de níquel em Goiás e o avanço da exploração de espodumênio (minério de lítio) no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, estão por trás desse cenário. Em 2022, lítio e níquel foram responsáveis por 7,7% e 8,4%, respectivamente, das exportações brasileiras.

Outro aspecto mercadológico importante para entender a inserção do Brasil nesse mercado é o destino de suas exportações. Contrariando a tendência global, a União Europeia é o principal destino das exportações brasileiras. O cobre, novamente, é a explicação, com 71,4% de todas as exportações dirigidas à União Europeia.

5 CONCLUSÃO

A urgência da transição energética gerou grande expansão na produção e no comércio global de minerais críticos. No segmento extrativo mineral, o comércio internacional cresceu quase 12,8x em vinte anos. Dois fenômenos são marcantes nesse contexto: i) os minérios de cobre seguem como líderes isolados em importância econômica,

representando mais de 57% de toda a comercialização observada no período; e ii) a China tornou-se o principal destino das exportações globais, absorvendo 41,8% de toda a comercialização do período e 57,1% em 2022.

O Brasil atuou de forma competitiva em todo o período analisado, notadamente de 2004 a 2015, basicamente por conta do cobre, alcançando 3,7% de *market share*. Dali até 2022, seu ímpeto exportador ficou abaixo da média global, provocando queda no *market share* para 2,5% (ainda que o valor das exportações tenha mantido trajetória de crescimento). Aumentos na produção de cobre aliados às novas operações de lítio no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e à recuperação de antigas operações de níquel em Goiás podem dar novo fôlego ao país, permitindo recuperar a trajetória de ganhos de *market share* nas exportações globais. Descobertas recentes de ocorrência de terras raras de altos teores em Minas Gerais podem ampliar ainda mais esse potencial.¹²

O estabelecimento de novas fontes de financiamento e políticas públicas para ampliar a pesquisa geológica no país e atrair investimentos (Iasco-Pereira, 2023) são pré-requisitos fundamentais para fomentar um longo ciclo de expansão da produção e das exportações desses minérios.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, F. F.; PEITER, C. C.; GÓES, G. S. **Minerais estratégico e críticos: uma visão internacional e da política mineral brasileira**. Brasília: Ipea, maio 2022. (Texto para Discussão, n. 2768).
- HAYES, S. M.; MCCULLOUGH, E. A. Critical minerals: a review of elemental trends in comprehensive criticality studies. **Resources Policy**, v. 59, p. 192-199, dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.015>.
- IASCO-PEREIRA, H. C. **Capital estrangeiro nos setores de energia e de minerais estratégicos da economia brasileira**. Brasília: Ipea, jun. 2023. (Texto para Discussão, n. 2890).
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The role of critical minerals in clean energy transitions**. Paris: IEA, mar. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>.
- SILVA, G. F.; CUNHA, I. A.; COSTA, I. S. L. (Org.). **An overview of critical minerals potential of Brazil**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2023. 23 p.
- YERGIN, D. **O novo mapa: energia, clima e o conflito entre nações**. Porto Alegre: Bookman, 2023. 544 p.

12. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/08/09/meteoric-resources-anuncia-investimento-de-r-15-bilhao-em-minas-gerais.ghtml>. Acesso em: 1º jul. 2024.