

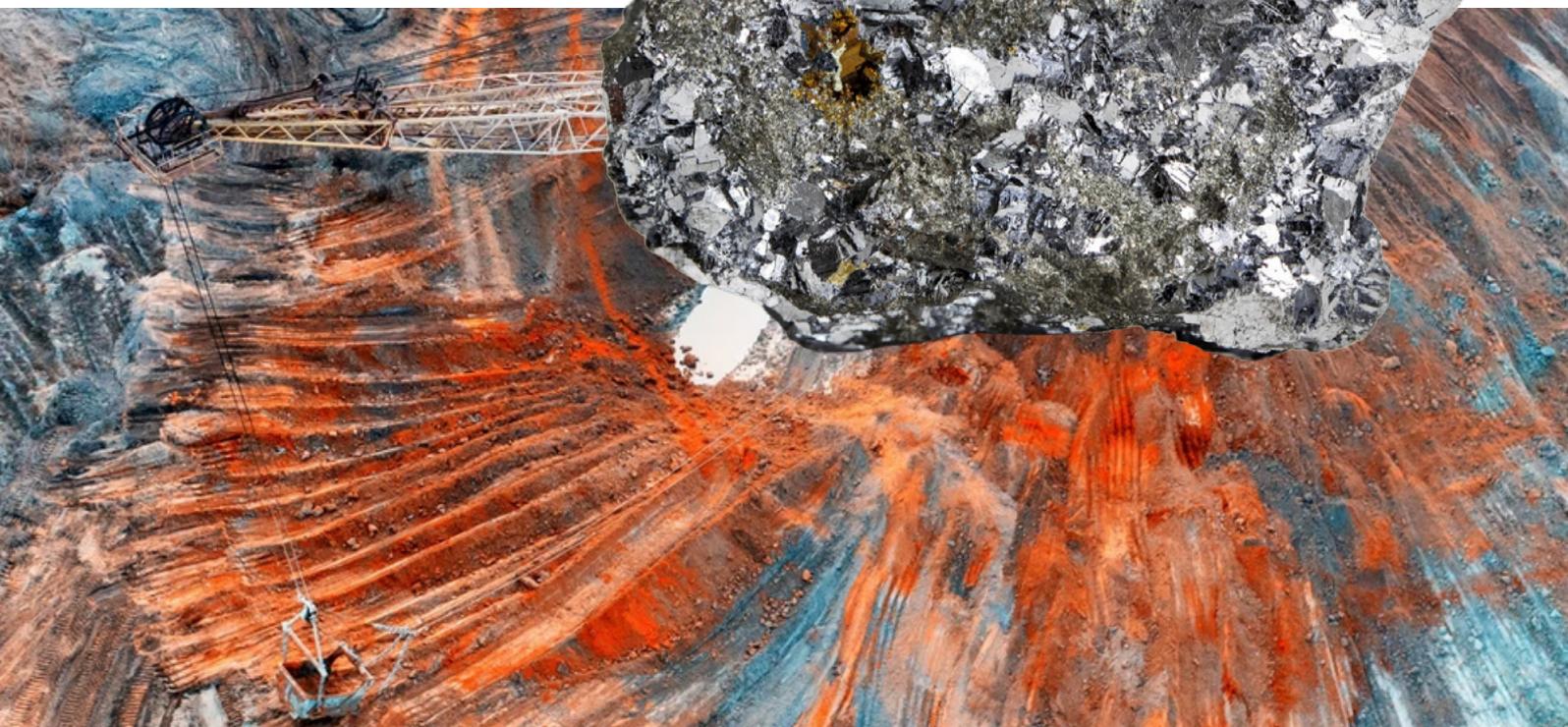


**INSTITUTO IGARAPÉ**  
a think and do tank

# MINERAIS CRÍTICOS E ESTRATÉGICOS DO BRASIL EM UM MUNDO EM TRANSFORMAÇÃO

por Nicholas Pope e Peter Smith

Outubro 2023



# Índice

Sumário Executivo .....	1
Introdução .....	2
Definição de minerais críticos e estratégicos (no Brasil e em outros países) .....	3
Localização e quantidade de minerais críticos e estratégicos no Brasil .....	5
Panorama histórico dos minerais “estratégicos” do Brasil .....	11
Governança e regulação de minerais críticos e estratégicos .....	13
Setor de minerais críticos e estratégicos no Brasil .....	16
Os minerais críticos e estratégicos do Brasil no cenário internacional .....	23
Riscos socioambientais da mineração de minerais críticos e estratégicos .....	32
Os riscos para a Amazônia .....	36
Considerações Finais: Um papel crítico e estratégico para o Brasil? .....	39
Anexo 1: Produção de minerais estratégicos (Brasil x Resto do Mundo) .....	41
Anexo 2: Listas de minerais críticos e estratégicos .....	42
Anexo 3: Ações recentes do governo antes de 2021 .....	44
Anexo 4: Leis, projetos de lei, decretos e legislações relevantes .....	45
Anexo 5: Notas metodológicas para análises-chave .....	46
Notas de fim .....	47

# Sumário Executivo

Este artigo estratégico examina os minerais críticos e estratégicos do Brasil em meio à crescente demanda global, com governos estrangeiros e empresas multinacionais buscando novos suprimentos para alimentar a transição para tecnologias verdes e digitais. Dono de uma rica e diversificada oferta de minerais cruciais para o desenvolvimento dessas novas tecnologias – incluindo grafite, terras raras e níquel, além de ser um importante exportador de minério de ferro, manganês, tântalo, nióbio e bauxita – o Brasil tem investido em parcerias de *friendshoring*, uma estratégia que busca aproximar as cadeias produtivas de países aliados ou estratégicos, mas ainda assim ocupa um espaço de menor destaque no que diz respeito a outros tipos de minérios.

O estudo destaca as tensões em potencial e os pontos de pressão em torno dos minerais críticos e estratégicos do país, incluindo sua relação com os setores público e privado, a sociedade, a política externa e o meio ambiente. Ele conclui com cinco pontos-chave a serem considerados. Primeiro, o papel ainda indefinido do Brasil nas transições verde e digital, visto que os termos de engajamento com os mercados globais estão sendo delineados. Em segundo lugar, a história conturbada do Brasil, repleta de tensões e conflitos sobre a propriedade e o controle de seus recursos minerais, aliada à distribuição desigual do conhecimento geológico do país, que pode levar a conflitos entre diferentes partes interessadas, tanto internamente quanto no cenário internacional.

Em terceiro lugar, está o foco das discussões e políticas relativas aos minerais críticos e estratégicos que, com frequência, priorizam interesses econômicos em detrimento de questões ambientais e sociais – uma abordagem que pode ter implicações globais, especialmente no contexto da agenda de mudanças climáticas e da transição para práticas mais sustentáveis. Em quarto lugar surge a questão de que, sem o apoio do Estado ou de um mercado forte, é improvável que o setor privado invista no processamento *downstream e midstream*<sup>1</sup> de minerais críticos.

Por fim, este relatório ressalta a necessidade de um amplo consenso social sobre a importância da proteção ambiental e cultural para a extração de minerais críticos e estratégicos. Mesmo com o compromisso do governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva de restabelecer medidas protetivas ambientais e para os povos indígenas, a busca por um consenso permanece essencial.

O artigo demonstra que o Brasil tem potencial para se posicionar estrategicamente como um parceiro com credibilidade e responsabilidade para impulsionar seu portfólio diversificado de minerais críticos e, ao mesmo tempo, proteger a Amazônia. O Brasil pode usar esse potencial para ditar as normas sociais e ambientais globais do mercado de minerais críticos.

# Introdução

A demanda mundial por minerais críticos e estratégicos (daqui em diante, “MCEs”) está crescendo. Terras raras, lítio, grafite, cobalto, cobre, níquel, entre outros minerais, estão se tornando cada vez mais vitais para a economia global, num momento em que diversos países fazem a transição para tecnologias digitais e verdes. Essa mudança é em parte impulsionada por taxas imprevisíveis de desenvolvimento tecnológico e pela adoção de tecnologias energéticas de redução de carbono, que costumam exigir mais minerais para gerar a mesma produção de energia que os combustíveis fósseis.

Ao mesmo tempo em que cresce a produção dessas tecnologias, aumenta também a demanda por muitos desses minerais.<sup>2</sup> A energia fotovoltaica, por exemplo, requer até 40 vezes mais cobre do que a queima de combustível fóssil, enquanto a energia eólica demanda até 14 vezes mais ferro.<sup>3</sup> A fabricação de uma única turbina eólica depende de duas toneladas de terras raras.<sup>4</sup> Nos próximos 25 anos, espera-se que a demanda por cobre atinja 550 toneladas, o equivalente à quantidade produzida nos 5 mil anos anteriores.<sup>5</sup> Até 2050, a demanda por lítio deverá aumentar em 965%.<sup>6</sup>

Segundo projeções do Banco Mundial, mais de 3 bilhões de toneladas de MCEs serão necessárias até 2050 apenas para as tecnologias de energia verde.<sup>7</sup> No entanto, as atuais cadeias de suprimentos globais dependem principalmente de alguns países exportadores – China, República Democrática do Congo, Chile e África do Sul.<sup>8</sup> A concentração geográfica das cadeias de suprimentos as tornam suscetíveis a choques de mercado, eventos geopolíticos e interrupções logísticas.

As pressões do mercado aumentaram em 2020, quando a China implantou uma nova lei que restringe o fluxo de MCEs para nações estrangeiras.<sup>9</sup> O domínio do país asiático no processamento, incluindo terras raras, influencia os preços globais.<sup>10</sup> Frente às persistentes dúvidas sobre a existência de recursos minerais suficientes em todo o mundo para atender a demanda projetada, não é possível garantir a disponibilidade e a acessibilidade de MCEs. Isso provavelmente intensificará a concorrência geopolítica, com os países se articulando para garantir acesso a esses minerais.

À luz das complexidades geopolíticas, os países ocidentais já estão tentando reduzir a sua dependência da China. Nos próximos anos, é provável que os Estados Unidos acelerem seus esforços com estratégias *onshore* e *friendshore* (com Austrália, Canadá e, possivelmente, Brasil) para desenvolver novas cadeias de suprimentos.<sup>11</sup> Até o momento, o papel do Brasil tem sido limitado, mas com o aumento da confiança dos investidores e formuladores de políticas, o país tem o potencial de se tornar um ator importante no cenário global.

O Brasil já é considerado uma superpotência da mineração – além do minério de ferro de alta qualidade, o país também fornece 9% do alumínio e da bauxita, 7% do grafite e 90% do nióbio mundial (Anexo 2), e tem grande potencial para a produção de cobre, lítio, níquel, fosfato, potássio, urânio e terras raras. Como maior economia da América Latina, o país está começando a atrair a atenção de investidores globais<sup>12</sup> e a administração do Presidente Lula enfrenta decisões cruciais a respeito do posicionamento estratégico do Brasil no dinâmico mercado de MCEs.

O desenvolvimento de novas cadeias de suprimentos para os MCEs brasileiros levanta importantes questões sociais, ambientais e de governança. As atividades mineradoras podem gerar um efeito dominó, com riscos para diversos sistemas e setores. Isso inclui questões relacionadas à autonomia sobre o território indígena, às economias ilícitas, aos conflitos armados e à destruição ecológica.<sup>13</sup> Como cerca de 30% dos depósitos conhecidos de MCEs do Brasil estão localizados na Amazônia Legal,<sup>14</sup> há um risco real de que a busca para resolver os riscos da crise energética possa desencadear uma crise climática mais profunda e irreversível.

Este estudo fornece uma visão preliminar da dinâmica dos MCEs do Brasil. Além disso, vincula suas considerações à atualidade global, com o objetivo de apoiar a reflexão sobre o papel potencial do Brasil na nova arquitetura mundial de MCEs, necessária para as transições digital e verde.

## Definição de minerais críticos e estratégicos (no Brasil e em outros países)

Minerais “críticos” e “estratégicos” são termos que não possuem consenso global e cuja definição está sujeita a debates contínuos, à medida que inovações tecnológicas, interrupções e crises globais remodelam as estruturas da cadeia de suprimentos.<sup>15</sup> Um mineral que é considerado crítico ou estratégico para a economia de um país pode ser percebido de maneira diferente por outro.

O Anexo 1 mostra os minerais considerados críticos e estratégicos para o Brasil, China, Estados Unidos (EUA) e União Europeia (UE).

**Tabela 1.** Definições de Minerais “Críticos” e “Estratégicos” de países selecionados

<b>CHINA</b>	Os minerais estratégicos “salvaguardam a segurança econômica nacional, a defesa nacional, a segurança e as necessidades de desenvolvimento de indústrias emergentes estratégicas.” <sup>16</sup>
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	Criticidade nos EUA significa: (i) Mineral não combustível ou material mineral essencial para a segurança econômica e nacional dos EUA. (ii) Cadeia de suprimentos é vulnerável a interrupções. (iii) Ter uma função essencial na fabricação de um produto, cuja ausência teria consequências significativas para a economia ou segurança nacional. <sup>17</sup>
<b>UNIÃO EUROPEIA</b>	(i) Matérias-primas “críticas”: “Matérias-primas de alta importância para a economia da UE e cujo fornecimento está associado a um alto risco.” (ii) Matérias-primas “estratégicas”: “Matérias-primas importantes para tecnologias que apoiam a transição verde e digital, bem como os objetivos de defesa e aeroespacial.” <sup>18</sup>

<b>AUSTRÁLIA</b>	Na Austrália, minerais “críticos” são metais e não metais considerados “essenciais para o funcionamento de nossas tecnologias modernas, economias ou segurança nacional” e onde “existe o risco de interrupção de suas cadeias de suprimento.” <sup>19</sup>
<b>CANADÁ</b>	Minerais “críticos” no Canadá significam: (i) “Essenciais para a segurança econômica do Canadá e com oferta ameaçada; (ii) Necessários à transição nacional para uma economia de baixo carbono; (iii) Fontes sustentáveis de minerais críticos altamente estratégicos para parceiros e aliados.” <sup>20</sup>
<b>REINO UNIDO</b>	Minerais “críticos” são aqueles “com alta vulnerabilidade econômica e elevado risco global de oferta.” <sup>21</sup>

No Brasil, a Resolução 2 da “Política Pró-Minerais Estratégicos”<sup>22</sup> oferece uma definição precisa de “minerais estratégicos”, dividida em três categorias (também na Tabela 1):

- **Categoria 1:** Minerais com alta porcentagem de importações e que são necessários para abastecer setores vitais da economia;
- **Categoria 2:** Minerais importantes para aplicação em produtos e processos de alta tecnologia;
- **Categoria 3:** Minerais com vantagens comparativas e essenciais para a economia pois geram superávit na balança comercial do país.

**Tabela 2.** Minerais definidos na Resolução 2 da “Política Pró-Minerais Estratégicos” do Brasil

CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enxofre</li> <li>• Fosfato</li> <li>• Potássio</li> <li>• Molibdênio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terras raras                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monazita</li> <li>- Escândio</li> <li>- Ítrio</li> <li>- Lantânio</li> <li>- Cério</li> <li>- Praseodímio</li> <li>- Neodímio</li> <li>- Promécio</li> <li>- Samário</li> <li>- Európio</li> <li>- Gadolínio</li> <li>- Térbio</li> <li>- Disprósio</li> <li>- Hólmio</li> <li>- Érbio</li> <li>- Túlio</li> <li>- Itérbio</li> <li>- Lutécio</li> </ul> </li> <li>• Cobalto</li> <li>• Cobre</li> <li>• Estanho</li> <li>• Grafite</li> <li>• Platina                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irídio</li> <li>- Ósmio</li> <li>- Osmirídio</li> <li>- Paládio</li> <li>- Platina</li> <li>- Platina-irídio</li> <li>- Platinoídes</li> <li>- Ródio</li> <li>- Rutênio</li> </ul> </li> <li>• Lítio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nióbio</li> <li>• Níquel</li> <li>• Silício</li> <li>• Tálíio</li> <li>• Tântalo</li> <li>• Titânio</li> <li>• Tungstênio</li> <li>• Urânio</li> <li>• Vanádio</li> <li>• Alumínio                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauxita</li> </ul> </li> <li>• Cobre</li> <li>• Ferro</li> <li>• Grafite</li> <li>• Ouro</li> <li>• Manganês</li> <li>• Nióbio</li> <li>• Urânio</li> </ul>

Os minerais da **Categoria 1** são aqueles com alto percentual de importação, cujas possibilidades de extração são limitadas no Brasil. A maior parte desses minerais é demandada pelo setor agrícola brasileiro para uso em fertilizantes, dada a importância da soja, da carne bovina e de outras exportações agrícolas. Neste estudo, eles serão referidos como **agrominerais**.

Os minerais da **Categoria 2** são importantes para aplicações em produtos e processos de alta tecnologia, incluindo baterias (especificamente lítio, cobalto, terras raras, níquel e cobre) e tecnologias verdes e digitais. Esses minerais são geralmente exportados para processamento e usados para fins de produção em cadeias de valor globais. Neste estudo, eles serão referidos como **minerais tecnológicos**.

Os minerais da **Categoria 3** são aqueles que oferecem vantagem comparativa e são economicamente importantes porque ajudam a garantir o superávit da balança comercial do país. São minerais de alta quantidade, como o minério de ferro, ou de alto valor, como o ouro. Neste estudo, eles serão referidos como **minerais comerciais**.

Uma vez que este estudo se concentra na dinâmica dos minerais do Brasil, limita-se aos minerais listados na Política Pró-Minerais Estratégicos (2021) (Tabela 2). No entanto, considerando que o documento se destina a formuladores de políticas de todo o mundo – havendo variações sobre o que é entendido como “crítico” e “estratégico” – adotamos uma perspectiva ampla sobre tais minerais, aqui referidos como minerais críticos e estratégicos e pela abreviação MCEs.

## Localização e quantidade de minerais críticos e estratégicos no Brasil

O Brasil possui um cenário geológico rico e diversificado, composto por várias sequências férteis vulcano-sedimentares, vulcânicas e plutônicas. Tais formações estão subjacentes a dois ambientes geográficos distintos: o amazônico, a oeste, e o atlântico, a leste.<sup>23</sup>

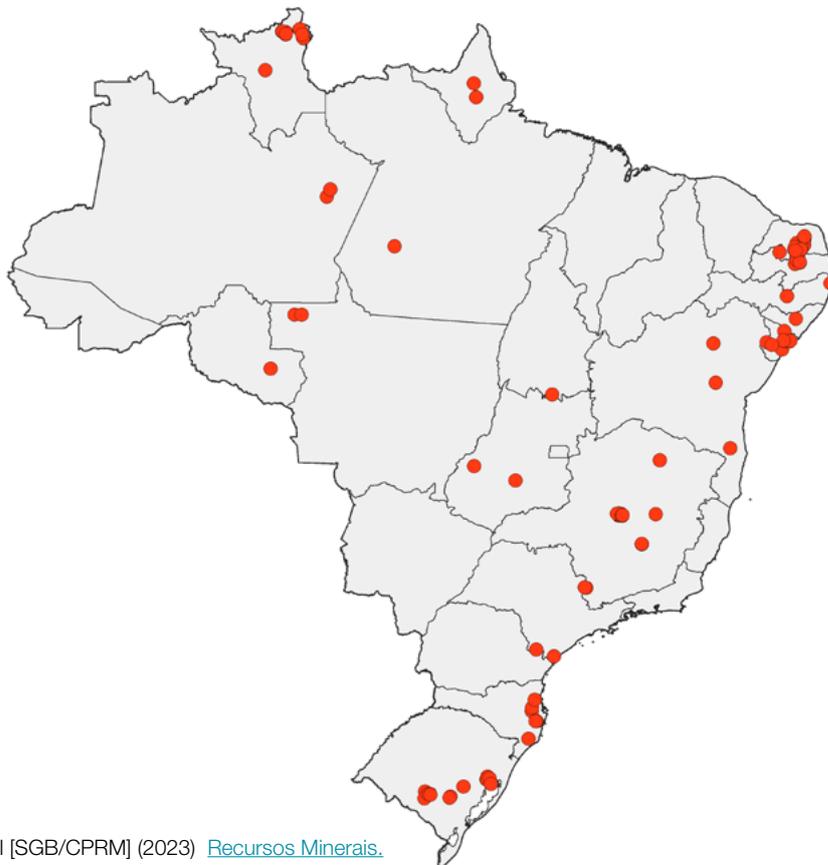
Os agrominerais da Categoria 1 (Figura 1) estão dispersos, principalmente, ao longo das costas atlânticas e com alguns depósitos menores e mais esparsamente distribuídos no interior.

Os minerais tecnológicos da Categoria 2 (Figura 2) são mais abundantes e estão localizados em três grandes áreas:

1. Norte de Goiás e sul de Tocantins;
2. Grupos dispersos pela Amazônia Legal;
3. Uma faixa de minerais em Minas Gerais, norte e oeste da Bahia, sudeste do Piauí, oeste de Pernambuco e sul do Ceará.

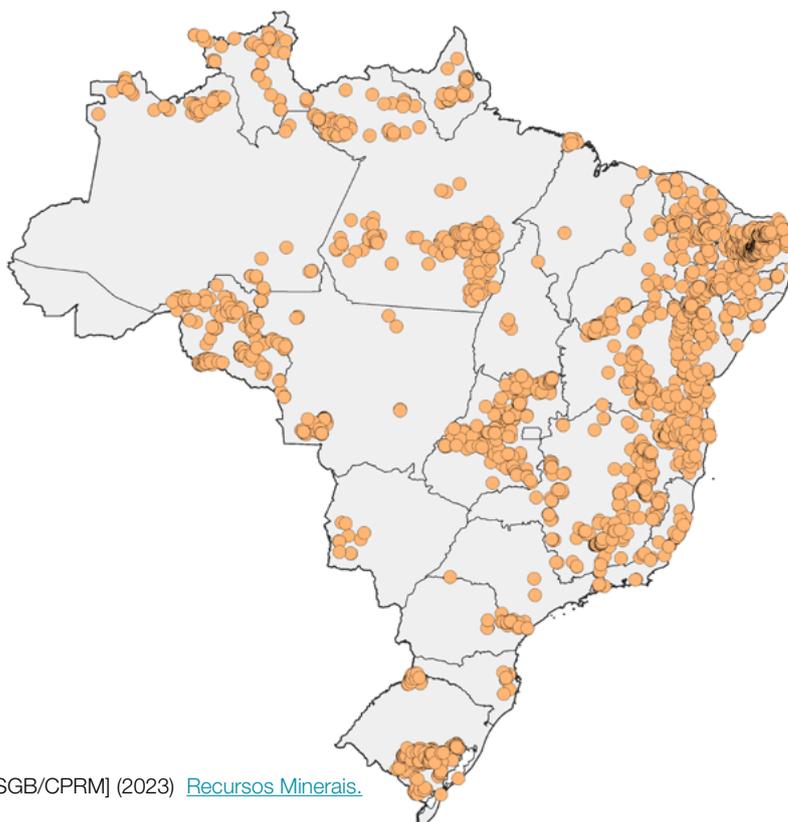
Os minerais comerciais da Categoria 3 (Figura 3) são abundantes em grande parte do país.

**Figura 1.** Ocorrências publicamente conhecidas de agrominerais (Categoria 1)



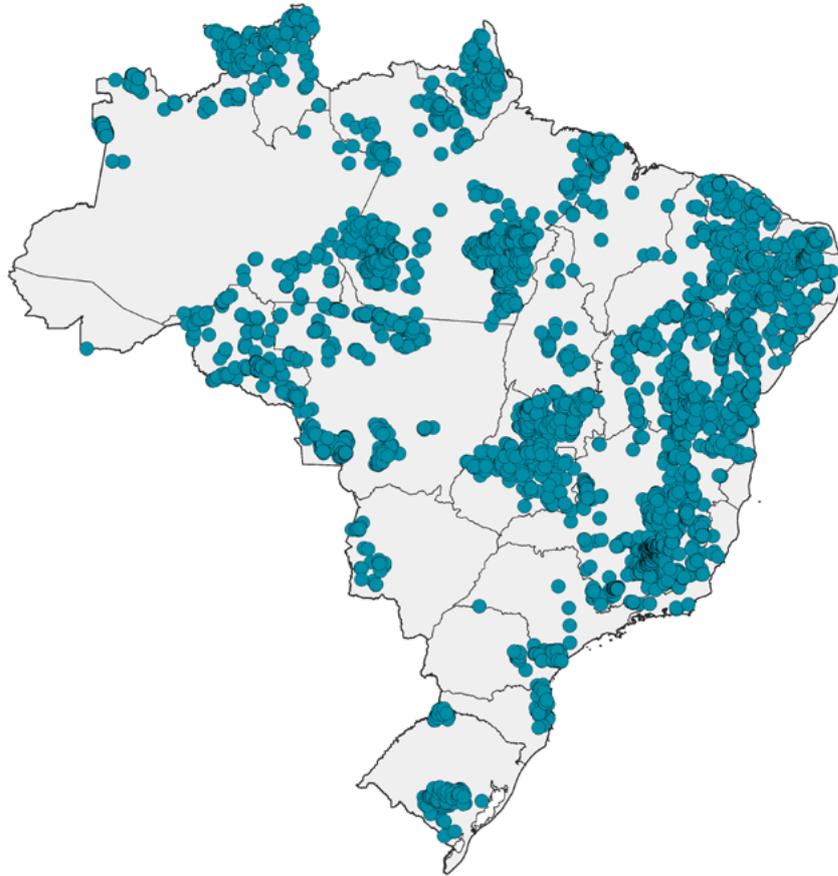
Fonte: Serviço Geológico do Brasil [SGB/CPRM] (2023) [Recursos Minerais](#).

**Figura 2.** Ocorrências publicamente conhecidas de minerais tecnológicos (Categoria 2)



Fonte: Serviço Geológico do Brasil [SGB/CPRM] (2023) [Recursos Minerais](#).

**Figura 3.** Ocorrências publicamente conhecidas de minerais comerciais (Categoria 3)



Fonte: Serviço Geológico do Brasil [SGB/CPRM] (2023) [Recursos Minerais](#).

O Brasil possui um número significativo de reservas conhecidas de minerais tecnológicos da Categoria 2, cuja demanda global é crescente (Tabela 3). No país, encontram-se 94,12% do nióbio, 22,42% do grafite, 16,15% de terras raras e 16% do níquel de todo o mundo.

**Tabela 3.** Locais conhecidos de minerais tecnológicos da Categoria 2.

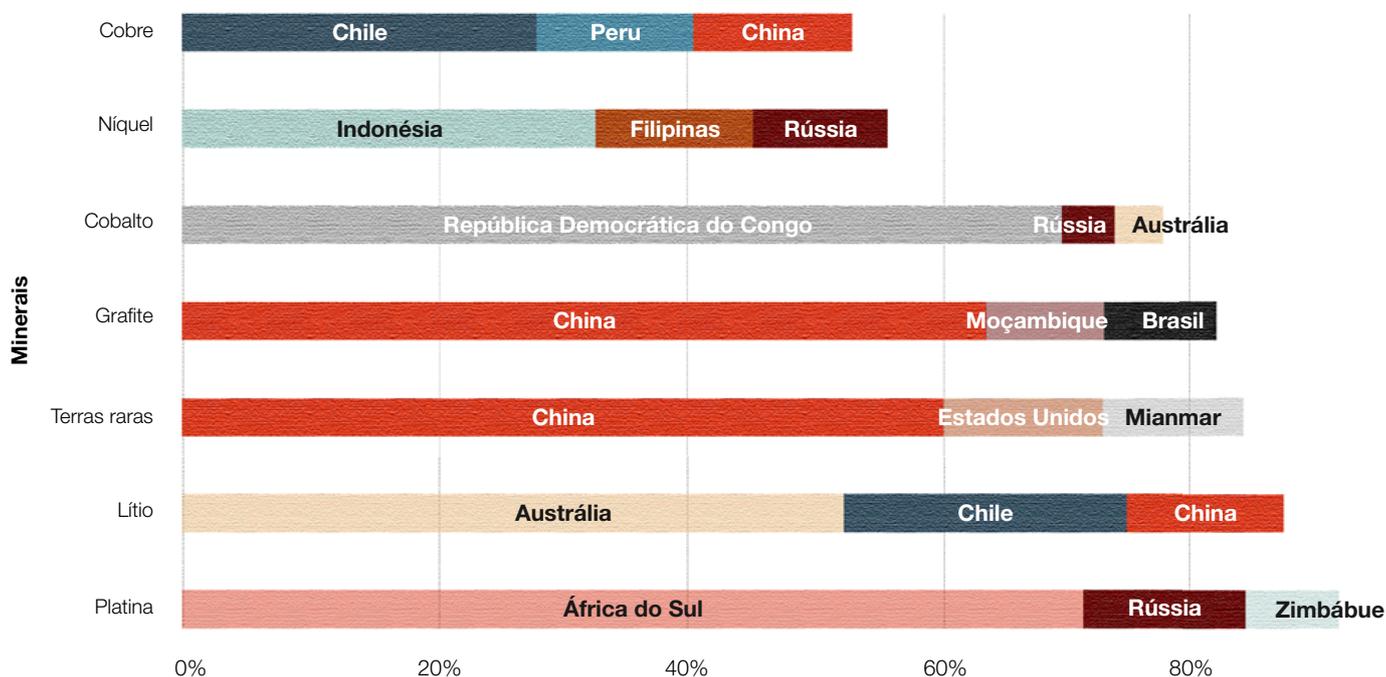
	DEPÓSITOS DO BRASIL (TONELADAS)	DEPÓSITOS TOTAIS MUNDIAIS (TONELADAS)	PARCELA DO BRASIL NOS DEPÓSITOS MUNDIAIS
<b>ALUMÍNIO (INCLUINDO BAUXITA)</b>	2.700.000	31.000.000	8,71%
<b>COBALTO</b>	85.000	8.300.000	1,02%
<b>COBRE</b>	9.664.000	890.000.000	1,09%
<b>ESTANHO</b>	420.000	4.600.000	9,13%
<b>GRAFITE</b>	74.000.000	330.000.000	22,42%
<b>GRUPO PLATINA</b>	99	173.200	0,057%
<b>LÍTIO</b>	250.000	26.000.000	0,96%
<b>NÍQUEL</b>	16.000.000	100.000.000	16,00%
<b>NIÓBIO</b>	16.000.000	17.000.000	94,12%
<b>SILÍCIO<sup>24</sup></b>	Sem dados (amplo)	Sem dados (amplo) <sup>25</sup>	n/a
<b>TERRAS RARAS</b>	21.000.000	130.000.000	16,15%
<b>TÂNTALO</b>	40.000	Sem dados (amplo) <sup>26</sup>	n/a
<b>TÁLIO<sup>27</sup></b>	n/a	n/a	n/a
<b>TITÂNIO<sup>28</sup></b>	43.000	650.000	6,62%
<b>TUNGSTÊNIO</b>	28.000	3.800.000	0,74%
<b>URÂNIO</b>	244.788	n/a	n/a
<b>VANÁDIO</b>	120	26.000	0,46%

Fonte:

- Lima, F. S., & Filho, W. S. da S. (2021). [Potencial Uranífero no Brasil: uma revisão bibliográfica / Uranific potential in Brazil: a bibliographic review](#). Brazilian Journal of Development, 7(6), 58852–58867.
- U.S. Geological Survey [USGS] (2021). [Mineral commodity summaries 2021](#).
- USGS (2023). [Mineral commodity summaries 2023](#).

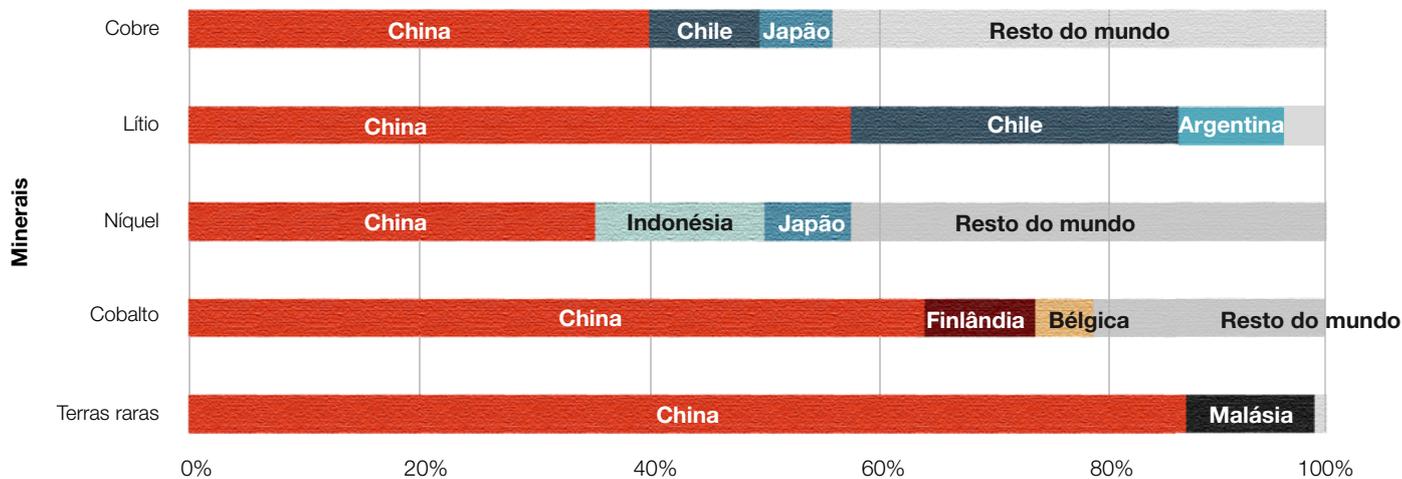
No entanto, apesar de suas reservas abundantes e do potencial de produção de minerais da Categoria 2, atualmente o Brasil não é um ator importante nos mercados globais de minerais tecnológicos individuais. Em comparação a países como a República Democrática do Congo, Chile, China, Indonésia, Austrália e África do Sul, a participação do Brasil nos depósitos globais é relativamente pequena (Figura 4a). Quando se trata de processamento, a China é a líder absoluta, com Chile, Japão e Indonésia também desempenhando papéis importantes (Figura 4b).

**Figura 4a.** Participação dos principais países produtores na produção total de minerais tecnológicos selecionados (2019)



Fonte: Agência Internacional de Energia (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions.](#)

**Figura 4b.** Participação no volume de processamento por país para minerais tecnológicos selecionados (2019)

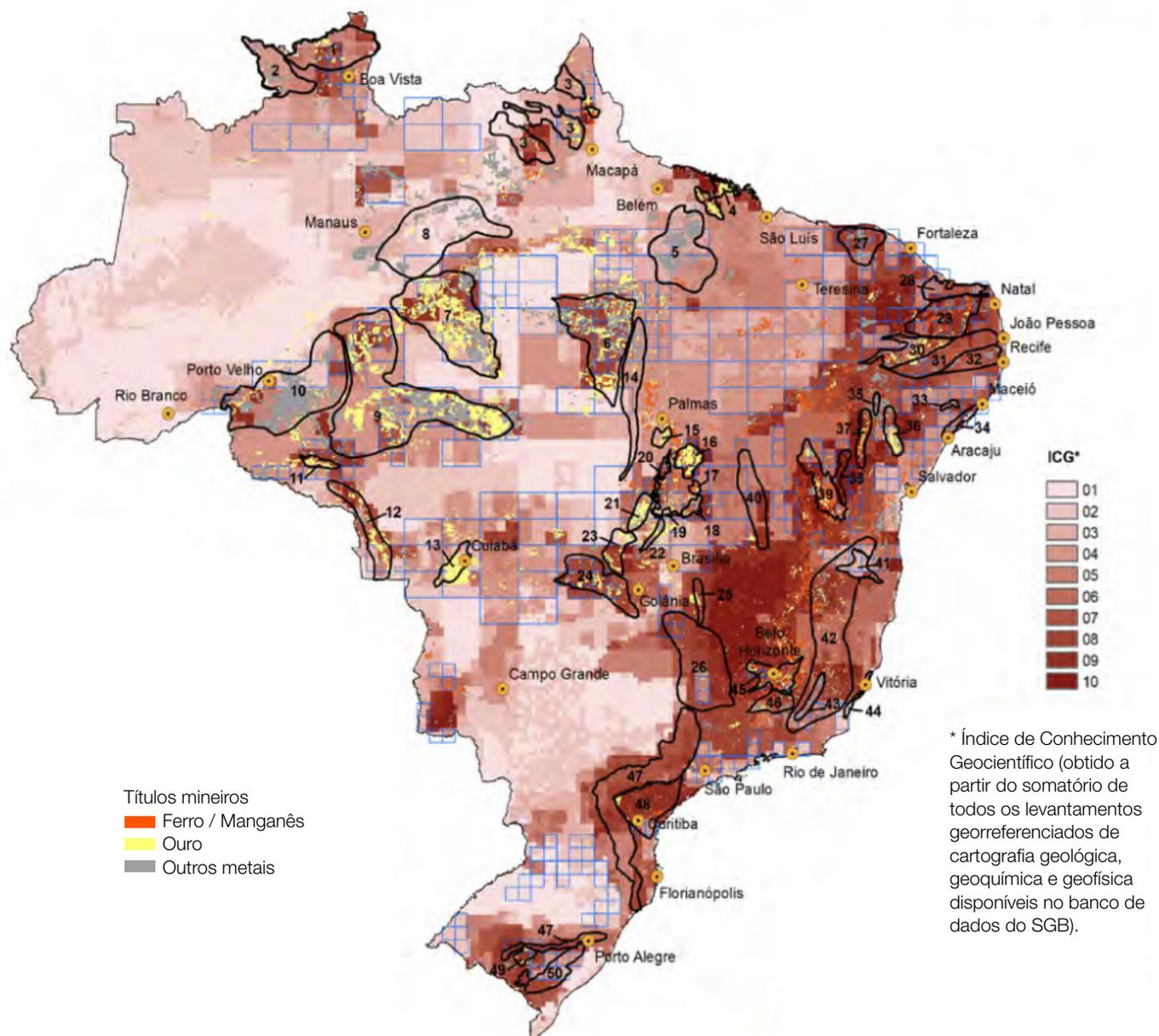


Fonte: Agência Internacional de Energia (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions.](#)

No mercado global de mineração, a participação de um determinado país nem sempre reflete adequadamente sua importância. No caso do Brasil, por exemplo, a relevância das reservas de minerais estratégicos não se deve ao tamanho delas, mas à sua diversidade.<sup>29</sup>

Um dos principais desafios para a extração de MCEs é encontrá-los. Segundo o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM),<sup>30</sup> o conhecimento geológico desigual é um obstáculo constante para as autoridades nacionais, bem como para as empresas do setor privado. A figura 5 mostra o Índice de Conhecimento Geocientífico do país. O sombreamento vermelho escuro indica os níveis elevados de densidade de conhecimento geocientífico; o vermelho claro indica níveis baixos.

**Figura 5.** Mapa do Índice de Conhecimento Geocientífico do Brasil



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (s.d.). [Caderno I – Conhecimento Geológico](#).

Menos da metade do território brasileiro foi geologicamente explorado e mapeado.<sup>31</sup> A costa sudeste do Atlântico foi bem pesquisada, resultando em um amplo conhecimento geológico. No entanto, a exploração e o levantamento são extremamente desafiadores no norte e noroeste da Amazônia devido ao acesso limitado e a necessidade de compreender eventos tectonomagmáticos, ambientes geotectônicos e origens geoquímicas.

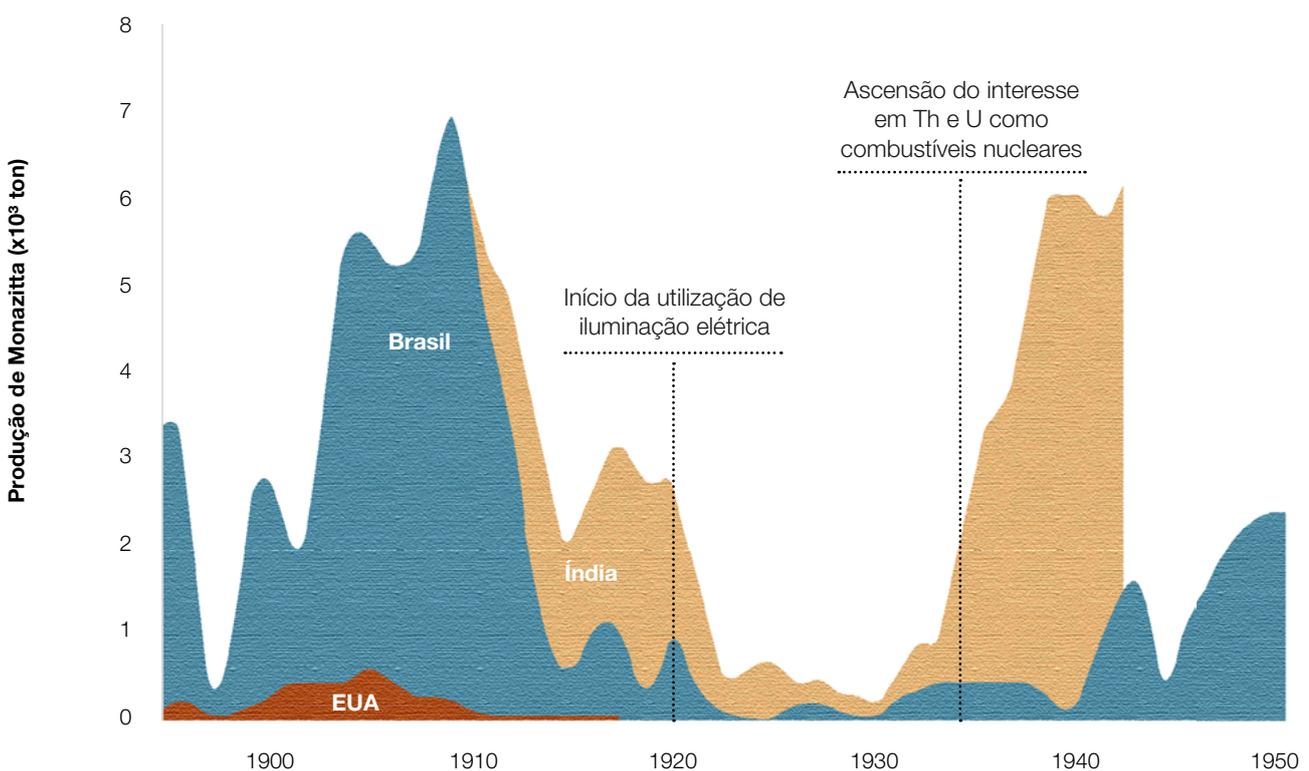
Alguns minerais, como o ouro, são mais facilmente identificados e extraídos do que outros, e os atores locais geralmente conhecem o território e a localização dos minerais muito melhor do que agentes públicos ou empresas privadas. Isso pode criar riscos para as comunidades locais, muitas vezes vulneráveis à cooptação ou coerção de atores externos, que buscam conhecimento e informações em regiões remotas fora dos canais legais ou de Estado.

# Panorama histórico dos minerais “estratégicos” do Brasil

Desde que os portugueses se estabeleceram em Minas Gerais durante o período colonial, o crescimento histórico e econômico do Brasil esteve intimamente ligado à extração de matérias-primas e minerais. Ao longo dos séculos, os abundantes recursos do Brasil sempre atraíram o interesse de potências imperiais internacionais, e seus geólogos e mineradores estabeleceram conexões robustas com empreendimentos de mineração do país.<sup>32</sup> Além disso, fatores geoestratégicos globais, como avanços tecnológicos e guerras mundiais, moldaram a demanda global e influenciaram as atividades da mineração no Brasil.

A monazita – composto mineral que contém elementos de terras raras, tório e urânio – entrou na lista de minerais requisitados em 1885, quando foi identificada na Bahia e no Espírito Santo.<sup>33</sup> Com a chegada de novas tecnologias, particularmente as mantas de lampião em 1880, a demanda por terras raras aumentou em todo o mundo e o Brasil rapidamente se tornou o maior fornecedor global de terras raras brutas e processadas (Figura 6).<sup>34</sup>

**Figura 6.** Evolução na produção global de monazita (1890-1950)



Fonte: Sousa Filho, P.C., Galaço, A.R.B.S., & Serra, O.A. (2019). [Terras Raras: Tabela Periódica, Descobrimeto, Exploração no Brasil e Aplicações](#). Química Nova 42 (10).

A principal empresa de processamento de monazita do Brasil, a Orquima, foi fundada em São Paulo em 1942.<sup>35</sup> Na década de 1960, o governo brasileiro nacionalizou a empresa e a renomeou como “Administração de Produção da Monazita”, para se concentrar na produção de minerais considerados estratégicos. Na década de 1970, a Nuclebrás Monazita adquiriu a empresa. No entanto, suas terras raras de qualidade inferior não conseguiam competir com as dos EUA e da China, levando a uma perda significativa de participação de mercado para o Brasil.<sup>36</sup> Na década de 1980, empresas internacionais buscavam no Brasil outros minerais, como tungstênio, nióbio, manganês, molibdênio, níquel e titânio – em parte por causa das sanções dos EUA à África do Sul durante o período do *apartheid*<sup>37</sup> –, e suprimentos restritos.

Na época, alguns políticos e empresários viam nas cadeias de produção mineral subdesenvolvidas do Brasil uma oportunidade para otimizar operações, promover a transferência de tecnologia e investir em mão de obra qualificada.<sup>38</sup> Outros hesitaram em promover a participação estrangeira em recursos do Brasil e demonstraram preocupação com o retorno de relações extrativistas e exploradoras.<sup>39</sup>

Enquanto isso, a China investiu de forma robusta em suas próprias capacidades minerais estratégicas. Na década de 1950, o Estado chinês havia estabelecido o Bureau de Reservas Estatais para gerenciar reservas de materiais estratégicos, e as terras raras de alto grau eram um tema de interesse significativo na mídia chinesa.<sup>40</sup> A China passou a dominar o mercado global de terras raras na década de 1990, enquanto a produção de terras raras do Brasil praticamente cessou de 2002 a 2005.<sup>41</sup>

Na década de 2000, a China mudou seu foco para o planejamento estratégico de recursos minerais, tornando-o uma prioridade política. Em 2009, controlava 97% do mercado global de terras raras.<sup>42</sup> Em 2010, intensificou suas cotas de exportação de terras raras, provocando um forte aumento nos preços em 2011 e, conseqüentemente, crises globais na cadeia de suprimentos.<sup>43</sup> Conflitos comerciais sobre terras raras entre a China e os países ocidentais surgiram em 2011.<sup>44</sup> Os chineses implantaram medidas de proteção que incluíam a proibição de investimento estrangeiro em mineração, a restrição da participação na fundição e separação de terras raras, o incentivo à exportação de produtos manufaturados e a proibição da mineração de monazita com elementos radioativos.<sup>45</sup>

Com esse pano de fundo geopolítico e em meio à crescente conscientização dos imperativos estabelecidos pela transição para a energia verde, formuladores de políticas no Brasil começaram a remodelar a estratégia mineral nacional.<sup>46</sup> Foram então adotadas iniciativas, políticas e regulações com foco no desenvolvimento da extração mineral, da produção e das cadeias de suprimentos – particularmente de terras raras, nióbio e lítio (Anexo 3).

Essa fase emergente na política mineral do Brasil reflete o reconhecimento do potencial das reservas para ajudar o país a ganhar força nos mercados globais.

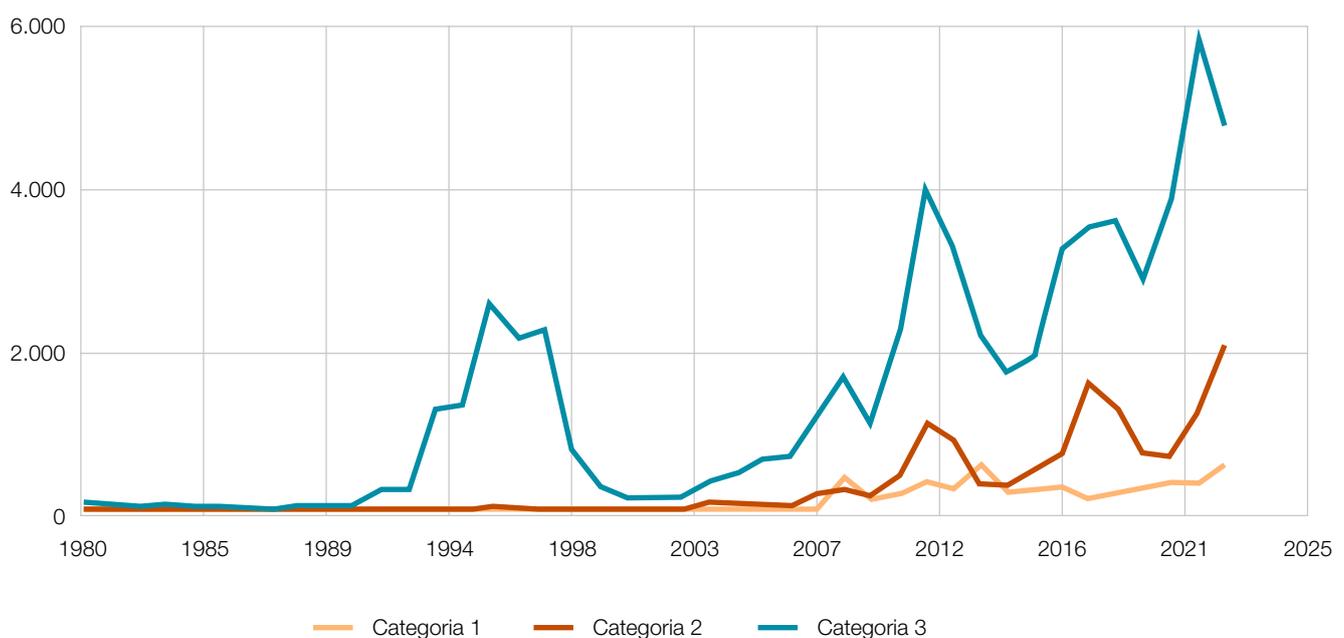
# Governança e regulação de minerais críticos e estratégicos

Em 24 de março de 2021, o governo do presidente Jair Bolsonaro anunciou uma política controversa, conhecida como Política Pró-Minerais Estratégicos (Lei 10.657/2021). Essa política visava priorizar e concentrar os esforços do governo federal em projetos para a produção de MCEs. A iniciativa se destacou por sua articulação com a lei do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), que incluiu a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental para Projetos de Investimentos (Lei 13.334/2016).<sup>47</sup> A lei do PPI exige que o Estado atue para garantir que os projetos de investimento sejam concluídos em tempo hábil e compatíveis com seu status de prioridade.<sup>48</sup>

Um aspecto crítico da lei é a sugestão de que a obtenção de licenças relacionadas a aspectos regulatórios, ambientais, indígenas, urbanísticos, hídricos e de proteção do patrimônio cultural, entre outros, pode ser contornada em nome do “interesse nacional”.<sup>49</sup>

Desde que as discussões sobre MCEs no Brasil se intensificaram e iniciativas políticas surgiram no final da década de 2000, o número de licenças emitidas aumentou, bem como os processos minerários ativos para as três categorias (Figura 7).<sup>50</sup> Na Categoria 1, o fosfato e o potássio impulsionam o aumento consistente nos processos minerários desde 2007. Os minerais da Categoria 2 responsáveis pelo pico de 2020 a 2022 são o cobalto, cobre, lítio, nióbio, níquel, terras raras e tântalo. Entre 2021 e 2022, houve um declínio nos processos minerários ativos da Categoria 3 devido a uma queda na quantidade relacionada a ferro e ouro.

**Figura 7.** Número de processos minerários ativos para os MCEs do Brasil (1980-2022)



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Cadastro Mineiro](#).

Essas mudanças foram impulsionadas por uma combinação de fatores de mercado – preço global, disponibilidade e demanda – e diferentes aprovações da Agência Nacional de Mineração (ANM), instituição responsável pela gestão das atividades de mineração e recursos minerais, e do Ministério de Minas e Energia.<sup>51</sup>

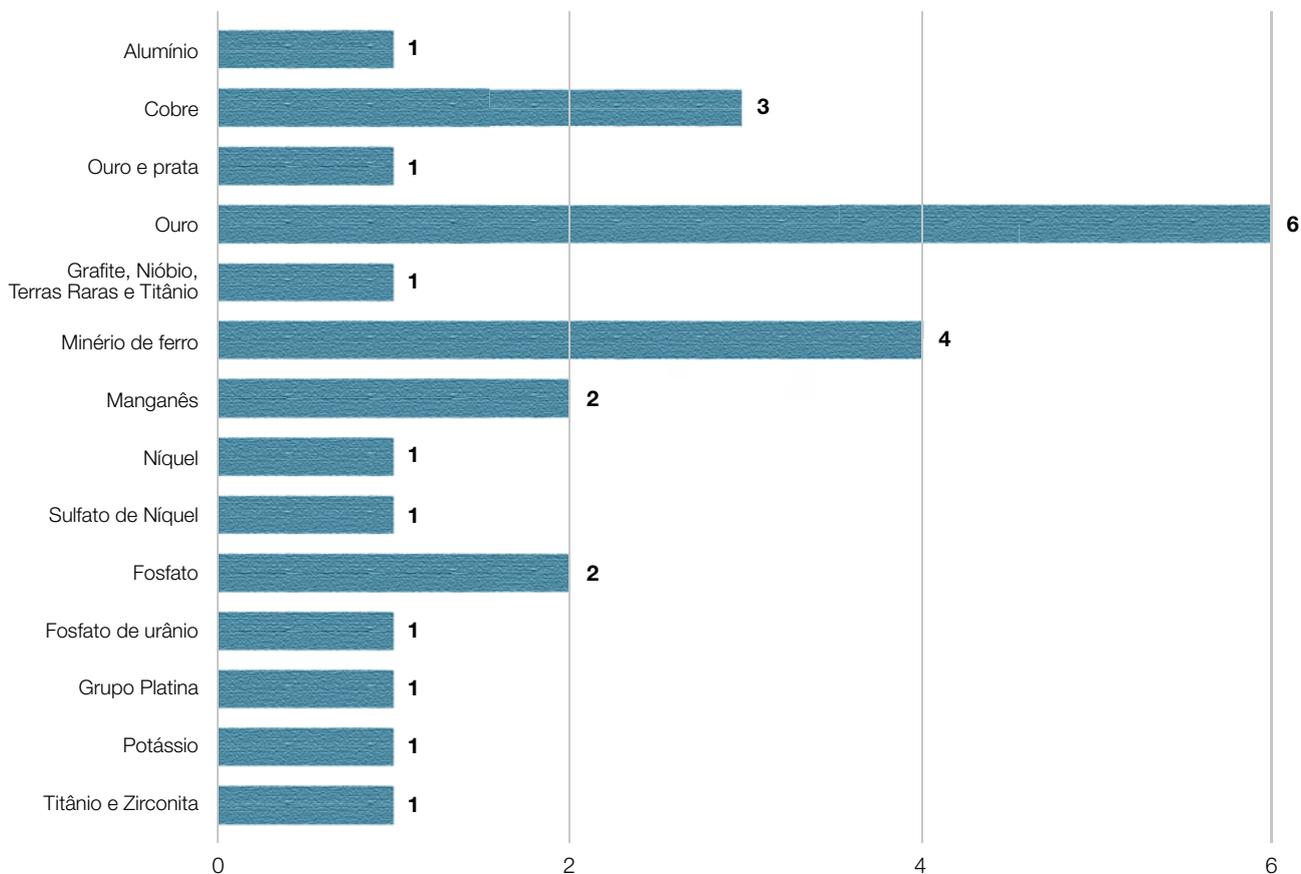
As mudanças também podem ter sido impulsionadas em parte pela criação em 2021 do Comitê Interministerial de Análise de Projetos Mineraiis Estratégicos (CTAPME). Sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia (MME), o objetivo do CTAPME é agilizar o processamento dos pedidos de licença de mineração para pesquisa e extração de MCEs.<sup>52</sup> Conforme o Decreto Federal 10.657/2021, o CTAPME também conta com a participação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI-PR), da Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos do Ministério da Economia (SPPI) e da Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE-PR).<sup>53</sup>

O comitê enfatiza que seu papel é ajudar as empresas a navegarem pela burocracia e a sincronizar o andamento das licenças ambientais e minerais, verificações estaduais e consultas públicas.<sup>54</sup> Na prática, isso também envolve o enfrentamento de “obstáculos” burocráticos, que podem incluir proteções ambientais e a oposição de comunidades locais aos projetos de mineração.<sup>55</sup> Dos 25 projetos analisados pelo comitê até

dezembro de 2022, 19 foram aprovados para assistência,<sup>56</sup> incluindo uma mina de ouro proposta pela empresa canadense Belo Sun que havia sido paralisada em 2017 devido à resistência de comunidades locais e aos desafios do uso da terra.<sup>57</sup> Como mostra a figura 8, os projetos aprovados parecem priorizar minerais comerciais da Categoria 3 (citados em 13 de 19 projetos), com minerais tecnológicos da Categoria 2 em segundo lugar (citados em 8 de 19 projetos) e agrominerais da Categoria 1 em terceiro (citados em 3 de 19 projetos).

Essas prioridades podem suscitar questões sobre o funcionamento interno, a composição e os objetivos do CTAPME, mas também sobre as prioridades mais amplas de governança do país ligadas aos minerais “estratégicos”. Em particular, o envolvimento limitado das partes interessadas nos mecanismos de tomada de decisão para a aprovação de projetos por meio do CTAPME poderia revelar a prioridade de facilitar aprovações de licenças ao invés de mediar de forma ponderada diferentes opiniões das partes interessadas.

À medida que a corrida global por minerais críticos ganha velocidade, será importante cobrar responsabilidade e monitorar quais minerais ganham importância estratégica sob o manto do “interesse nacional” e da transição energética.

**Figura 8.** Minerais citados em projetos aprovados pelo CTAPME até dezembro de 2022

Fonte: Ministério de Minas e Energia (s.d.). [Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos \(CTAPME\)](#).

Em 2022, foi lançado o Plano Nacional de Mineração 2050, com foco na cadeia produtiva dos MCEs essenciais para a transição energética. O plano está estruturado em três pilares: aproveitamento dos recursos minerais, competitividade e sustentabilidade.<sup>58</sup> Em 2022, o então ministro de Minas e Energia do governo Bolsonaro, Pedro Paulo Dias Mesquita, sugeriu que o plano incluísse iniciativas para vincular a produção mineral do Brasil às tecnologias necessárias para a transição energética (especificamente turbinas eólicas e baterias de carros elétricos), bem como abordar questões de reciclagem de lixo eletrônico urbano.<sup>59</sup>

Vale destacar também o avanço do Novo Código de Mineração e uma emenda de seu Grupo de Trabalho, arquivada nos últimos dias do governo Bolsonaro, em dezembro de 2022, que estão provocando debate político.<sup>60</sup> A emenda propunha financiar títulos e direitos de mineração, alinhando-se à ênfase do governo Bolsonaro no desenvolvimento de iniciativas de financiamento para exploração e produção. Isso também foi demonstrado por meio de um acordo de cooperação entre o Ministério de Minas e Energia e o BNDES em 2022.<sup>61</sup>

A Divisão de Projetos Especiais e Minerais Estratégicos (DIPEME) do SGB/CPRM tem sido particularmente ativa no cenário global em 2023, com campanhas de marketing e visitas a fóruns internacionais de mineração para promover a exploração e extração de nióbio, lítio, grafite, cobalto, urânio, fosfato e terras raras. No entanto, os relatórios do SGB/CPRM também reconhecem que dados geológicos desatualizados ou incompletos (especialmente na Amazônia) impedem que o Brasil e os mercados globais tenham uma avaliação totalmente informada dos minerais relacionados à energia no país.<sup>62</sup>

Novos modelos de produção e consumo, como a economia circular para a reutilização de minerais e componentes, têm recebido atenção limitada na política brasileira. Decisões políticas importantes estão envolvidas no direcionamento de recursos para essas iniciativas, o que de certa forma contraria os investimentos significativos e de longo prazo já realizados para a exploração e extração de minerais. No entanto, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) está trabalhando para desenvolver modelos de negócios e promover a adoção da circularidade.<sup>63</sup> Organismos internacionais, como o EITRawMaterials, da União Europeia, já começaram a refletir sobre parcerias com países latino-americanos, mas essas propostas ainda estão em estágio inicial.<sup>64</sup>

A forma como o setor de MCEs vai se desenvolver depende de importantes decisões políticas sobre estratégia, investimento e desenvolvimento setorial. Em agosto de 2023, o Ministério de Minas e Energia anunciou que está prestes a lançar um plano nacional de minerais estratégicos.<sup>65</sup> O novo plano deve incluir a reestruturação da ANM e o fortalecimento do SGB para acelerar os processos de mineração e mapear o território restante do Brasil em escala apropriada. Também deve ser ampliado o financiamento para pesquisa e exploração de minerais, que por sua vez serão reguladas por critérios ambientais, sociais e de governança (ESG). Além disso, o plano deve prever o desenvolvimento de uma cadeia industrial associada à exploração dos minerais estratégicos.

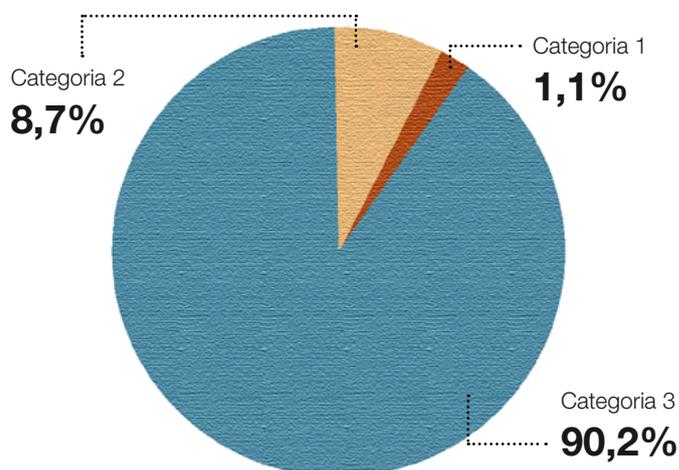
Os primeiros sinais indicam que uma estratégia de desenvolvimento para o setor de mineração e produção, com maior liderança do Estado, pode estar no horizonte, em contraste com a visão liberal anterior de redução de barreiras das políticas econômicas introduzida pelo então presidente Jair Bolsonaro e seu ministro da Economia, Paulo Guedes. Seguem em aberto questões importantes sobre como essa abordagem se dará, incluindo como as prioridades das diferentes partes interessadas relacionadas aos MCEs serão equilibradas a longo prazo, juntamente com pressões eleitorais e demandas do mercado global.

## Setor de minerais críticos e estratégicos no Brasil

Embora a mineração tenha desempenhado um importante papel histórico e cultural no Brasil, sua contribuição global para a economia é relativamente limitada, gerando cerca de 3,1% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2020.<sup>66</sup> Grupos da indústria e lobistas manifestaram seus objetivos de aumentar essa contribuição,<sup>67</sup> mas os incentivos econômicos variam significativamente conforme o mineral.

Há linhas divisórias claras nas contribuições econômicas de diferentes categorias de MCEs, sugerindo que as decisões de investimento serão variadas. Conforme mostra a figura 9, em 2022 os minerais da Categoria 1 contribuíram com R\$ 3,71 bilhões para o PIB do país.<sup>68</sup> Os minerais da Categoria 2 contribuíram com R\$ 28,97 bilhões, sendo o cobre responsável por 62% desse total (R\$ 18 bilhões), seguido por níquel com 23,5% (R\$ 6,8 bilhões), estanho com 5,5% (R\$ 1,6 bilhão) e nióbio com 3,8% (R\$ 1,1 bilhão).<sup>69</sup> Os minerais da Categoria 3 são os que mais contribuem para a economia, com R\$ 300,87 bilhões.<sup>70</sup>

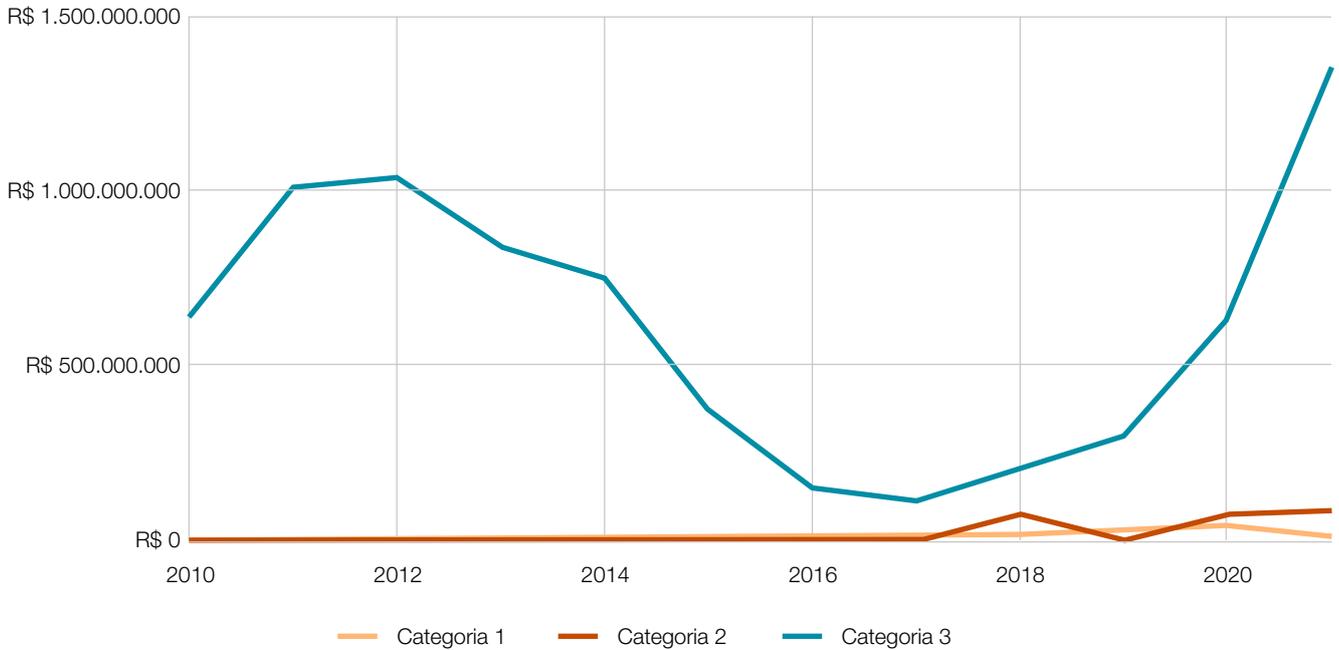
**Figura 9.** Contribuições para a economia brasileira por categoria de MCEs (2022)



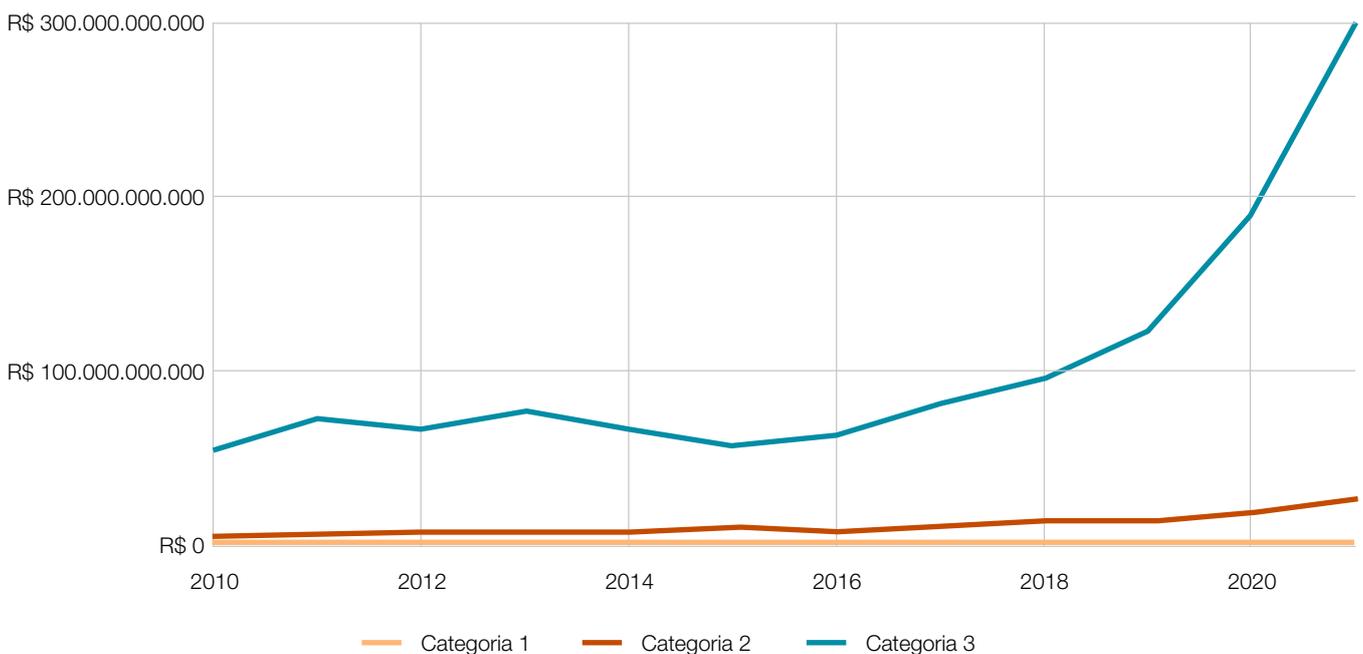
Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Anuário Mineral Brasileiro.](#)

A figura 10 mostra que os minerais da Categoria 3 têm consistentemente contribuído com a maior parte do valor da produção mineral bruta. Enquanto isso, os valores processados de minerais da categoria 2 tiveram um aumento pequeno, mas constante (Figura 11), que pode ser atribuído a investimentos em tecnologia, pesquisa e desenvolvimento.

**Figura 10.** Valor da produção mineral bruta de MCEs (2010-2021)



**Figura 11.** Valor da produção processada de MCEs (2010-2021)



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Anuário Mineral Brasileiro](#).

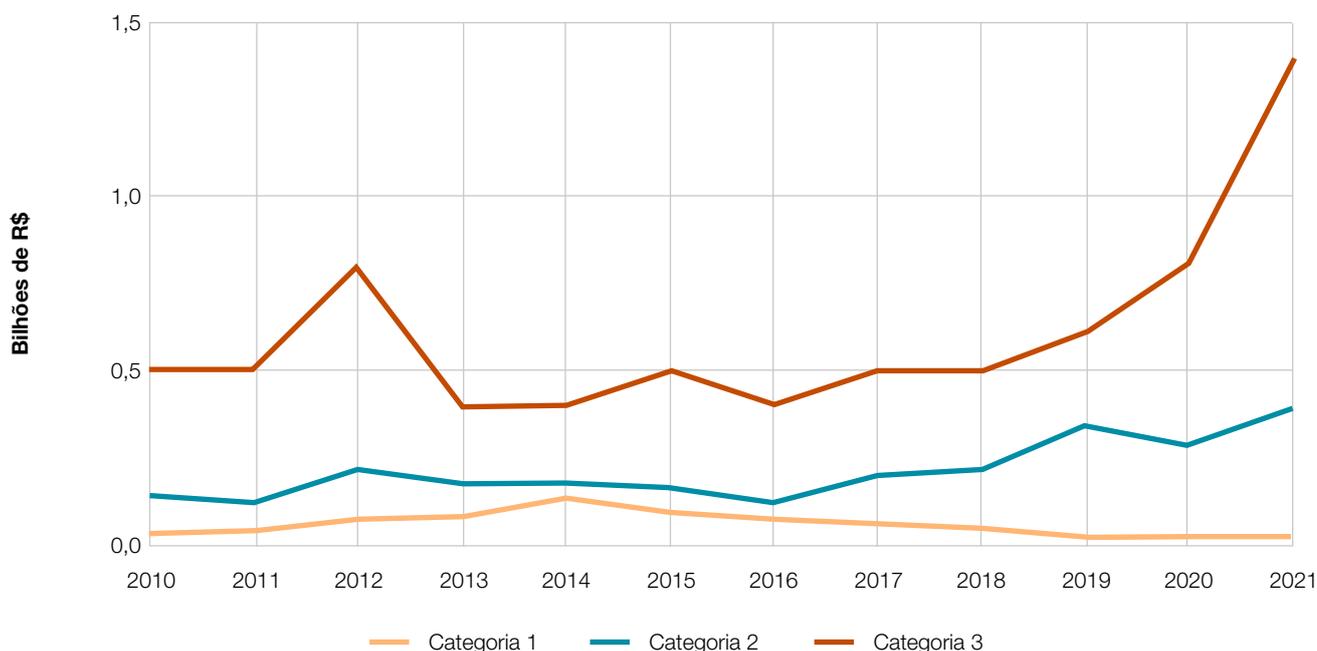
Os depósitos de MCEs no Brasil têm atraído interesse significativo de investidores globais e empresas de mineração.<sup>71</sup> O foco da transição energética também está impactando outras indústrias extrativas, como a do petróleo. A Petrobras, recentemente, criou uma diretoria para a Transição Energética.<sup>72</sup>

Contudo, o Brasil fica atrás de outros países e territórios em termos de facilidade de negócios. O país ocupa o 124º lugar entre 190 países no índice Ease of Doing Business<sup>73</sup> e a 51ª posição entre 84 jurisdições (países e territórios subnacionais) no Índice de Atratividade de Investimentos em Mineração.<sup>74</sup> Preocupações relacionadas a direitos contratuais, continuidade e segurança jurídica, instabilidade política e agitação social – como protestos e bloqueios por parte das comunidades locais – provocam cautela dos investidores. Embora o Índice de Risco Político da WTW classifique o Brasil como “médio”, a polarização política pode se manter como outra fonte de preocupação para as partes interessadas.<sup>75</sup>

Está em discussão a revisão do Código de Mineração,<sup>76</sup> mas há um longo processo de consulta pela frente. O setor de mineração brasileiro é dominado por um pequeno grupo de grandes empresas (as cinco principais estão detalhadas na Tabela 5), especialmente nas fases extrativas. Empresas pequenas e novas costumam se concentrar nas fases de exploração e pesquisa.<sup>77</sup> Depois de identificar a viabilidade de locais e viabilidade econômica da extração de minerais, as empresas menores geralmente vendem os direitos de mineração para companhias maiores, que assumem as etapas de extração e produção.<sup>78</sup>

Na fase de pesquisa, a exploração de MCEs mudou ao longo da última década (Figura 12):

- Os minerais da Categoria 1 registraram um pico de pesquisa mineral em 2014, com fosfato e potássio atraindo a maioria dos investimentos. Desde então, observa-se um declínio sustentado do investimento em pesquisa.
- Os minerais da Categoria 2, por outro lado, tiveram um aumento constante no investimento em pesquisa, com o último ano de dados disponíveis (2021) apresentando o maior valor até agora. Cumulativamente, nesse período, o cobre atraiu mais investimentos (64%), com níquel (17%), titânio (3,59%), terras raras (2,54%), nióbio (2,31%) e estanho (2,13%) também atraindo investimentos notáveis.
- Os minerais da Categoria 3 registraram uma tendência semelhante à da Categoria 2, mas em escala muito maior. Na Categoria 3, o ouro atraiu mais investimentos em pesquisa (48%), seguido do cobre (22%) e do ferro (20%).

**Figura 12.** Investimento em pesquisa de minerais estratégicos no Brasil

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Anuário Mineral Brasileiro Interativo](#).

Apesar do estoque considerável de MCEs do Brasil, os investimentos do país ainda estão aquém de seu potencial de produção, mesmo com o aumento do interesse em pesquisas. Parte disso se deve aos prazos médios de 17 anos da exploração à produção,<sup>79</sup> mas também porque o Brasil recebe somente uma pequena parcela dos orçamentos globais de exploração. Por exemplo, apenas 7% do orçamento global da exploração de níquel e terras raras é alocado na América Latina.<sup>80</sup>

Os investimentos em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento e exploração de minerais específicos revelam desequilíbrios significativos, com alguns minerais previstos para atrair investimentos muito maiores do que outros (Tabela 4). Nos próximos anos, espera-se que o minério de ferro receba o maior investimento do setor – cobre, alumínio/bauxita e fertilizantes também se revelam atrativos.

**Tabela 4.** Investimentos esperados no setor de MCEs no Brasil entre 2023 e 2027

MINERAL	MILHÕES DE US\$
<b>Manganês</b>	\$225
<b>Zinco</b>	\$113
<b>Minério de ferro</b>	\$16.921,90
<b>Fertilizantes</b>	\$5.222
<b>Alumínio/Bauxita</b>	\$4.962
<b>Cobre</b>	\$4.474,30
<b>Ouro</b>	\$2.847
<b>Níquel</b>	\$2.338
<b>Outras substâncias</b>	\$1.933

Fonte: IBRAM (2023). [Plano de Investimentos do Setor de Mineração e o Foco na Redução de Emissões](#).

As cinco maiores mineradoras do Brasil (Tabela 5) extraem vários MCEs, com o ouro e o minério de ferro sendo responsáveis pelas atividades mais robustas. A Vale é a maior exportadora mundial de minério de ferro,<sup>81</sup> enquanto três das outras cinco maiores empresas extraem e exportam minério de ferro para mercados globais, contribuindo para a posição do Brasil como segundo maior exportador de minério de ferro do mundo, atrás apenas da Austrália.<sup>82</sup>

A Vale e a Anglo American têm portfólios diversificados e processam minerais críticos (Categoria 2). A Anglo American também trabalha com agrominerais (Categoria 1). Kinross Brasil, CSM Mineração e Mineração Usiminas têm portfólios de um único produto, com foco no minério de ferro e no ouro (Categoria 3).

**Tabela 5.** As cinco maiores mineradoras do Brasil

NOME DA EMPRESA	MCEs EXPLORADOS NO BRASIL	FATURAMENTO NO BRASIL EM 2021 (BILHÕES DE R\$)	PERFIL DE PROPRIEDADE
<b>Vale S.A.</b>	Minério de ferro (C3) Níquel (C2) Manganês (C3) Cobre (C2, C3)	286	Com sede no Brasil, conta com diversos acionistas das bolsas de valores globais. Quatro acionistas com mais de 5% do capital total incluem Previ (Brasil), Black Rock, Inc. (EUA), Capital Group Companies (EUA) e Mitsui & Co. (Japão). O governo brasileiro mantém 12 “golden shares” (com vetos). <sup>83</sup>
<b>Anglo American</b>	Minério de ferro (C3) Fosfato (C2) Nióbio (C2) Níquel (C2)	3,83	Com sede no Reino Unido, conta com diversos acionistas das bolsas de valores globais. BlackRock, Inc. (EUA), Public Investment Corporation (África do Sul) e The Vanguard Group, Inc. (EUA) são os três maiores acionistas (cada um com menos de 10% das ações). <sup>84</sup>
<b>CSN Mineração</b>	Minério de ferro (C3)	3,57	Com sede no Brasil, tem acionistas limitados. CSN (79,8%, Brasil), Japão Brasil Minério de Ferro Participações Ltda. (9,2%, Japão), POSCO (1,9%), (Coreia do Sul) e China Steel Corporation (0,4%, China). <sup>85</sup>
<b>Kinross Brasil Mineração S.A.</b>	Ouro (C3)	5,16	Opera como subsidiária da Kinross Gold Corporation, mineradora de ouro com sede no Canadá. <sup>86</sup>
<b>Mineração Usiminas</b>	Minério de ferro (C3)	12,8	Resultado de uma joint venture de 2010 entre a Usiminas e a Sumitomo Corporation do Japão. <sup>87</sup> Ternium (Argentina) e Nippon Steel (Japão) são os acionistas mais influentes. <sup>88</sup>

A Vale também é a maior produtora global de níquel e fechou um contrato de fornecimento de longo prazo com a Tesla, em 2022.<sup>89</sup> Aproveitando suas operações de cobre e níquel no Brasil e no Canadá, anunciou recentemente a criação de uma empresa *spin-off* (Vale Base Metals) para seus metais usados em baterias (cobre e níquel), com uma expectativa de crescimento adicional nesses mercados.<sup>90</sup>

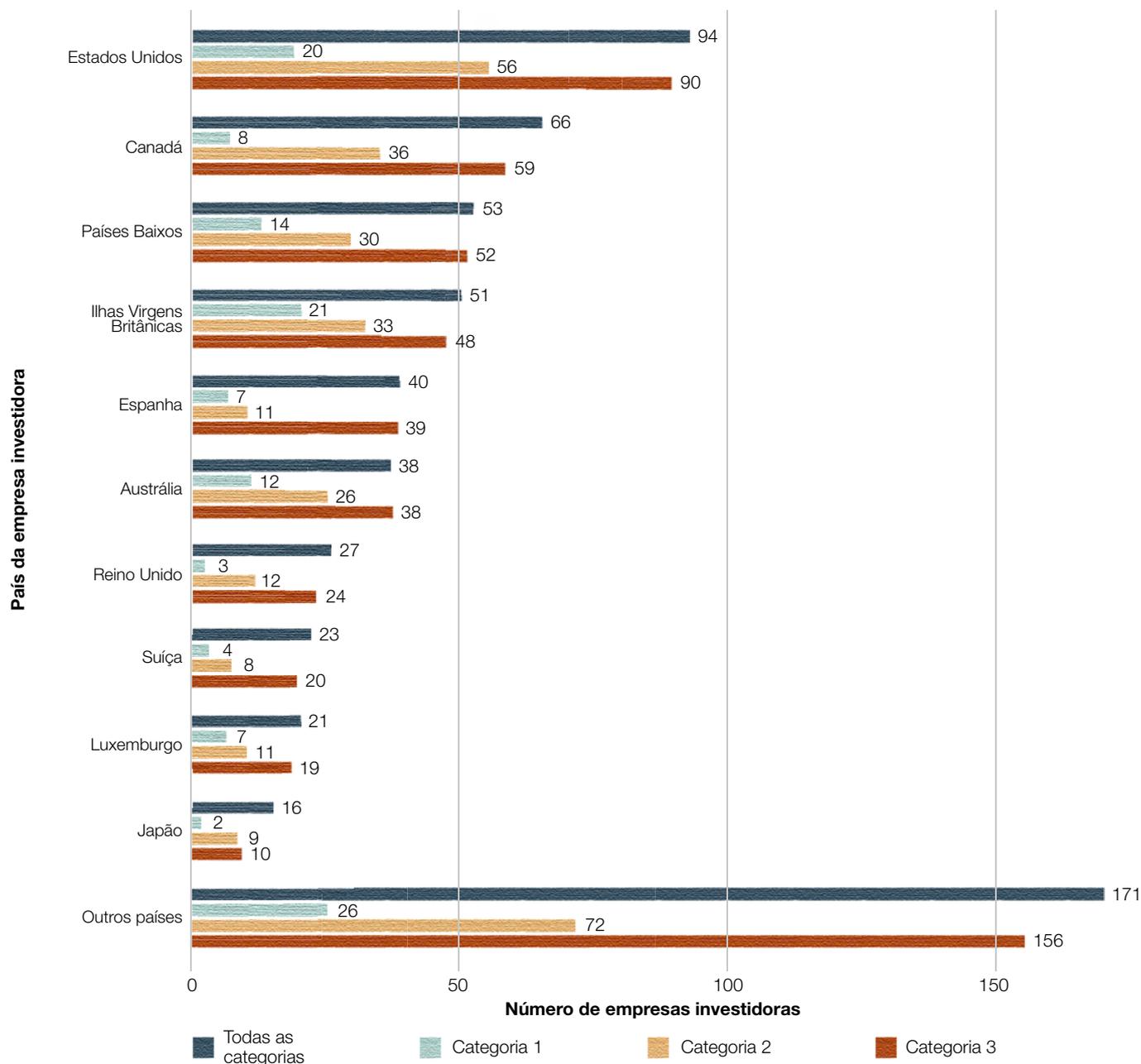
A Anglo American também está de olho nos minerais críticos em nível global. Em fevereiro de 2023, o CEO pediu publicamente uma maior liberalização do setor para atender à crescente demanda global por minerais críticos.<sup>91</sup> A empresa também está diversificando seu portfólio por meio da compra de ações em empresas de minerais críticos, como a Canada Nickel.<sup>92</sup>

Outras empresas estão interessadas em expandir a produção de MCEs no Brasil, como a SIGMA (Canadá) e sua mina de lítio recentemente aprovada em Minas Gerais.<sup>93</sup> A AMG Lithium Brasil, uma subsidiária da empresa-mãe alemã, também anunciou planos de construir uma fábrica de precursores de lítio, prevista para entrar em operação no segundo trimestre de 2026.<sup>94</sup>

Empresas chinesas também têm demonstrado interesse nos MCEs brasileiros. Ao adquirir a Nióbio Brasil Limitada e a Fosfatos Brasil Limitada da Anglo American em 2016,<sup>95</sup> a China Molybdenum se tornou a segunda maior produtora de nióbio do mundo e a segunda maior fornecedora de fosfatos do Brasil.<sup>96</sup> Antes disso, em 2011, um consórcio de cinco empresas estatais chinesas comprou uma participação de 15% na Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), a maior produtora de nióbio do mundo.<sup>97</sup>

A figura 13 mostra a quantidade de empresas estrangeiras que entre 2011 e 2022 efetuaram investimentos em empresas brasileiras com processos minerários ativos relacionados a minerais estratégicos. Muitas dessas empresas investidoras estão localizadas nos Estados Unidos, Canadá e Holanda.

**Figura 13.** Empresas estrangeiras que investiram em empresas brasileiras com processos minerários ativos relacionados a minerais estratégicos (2011-2022)



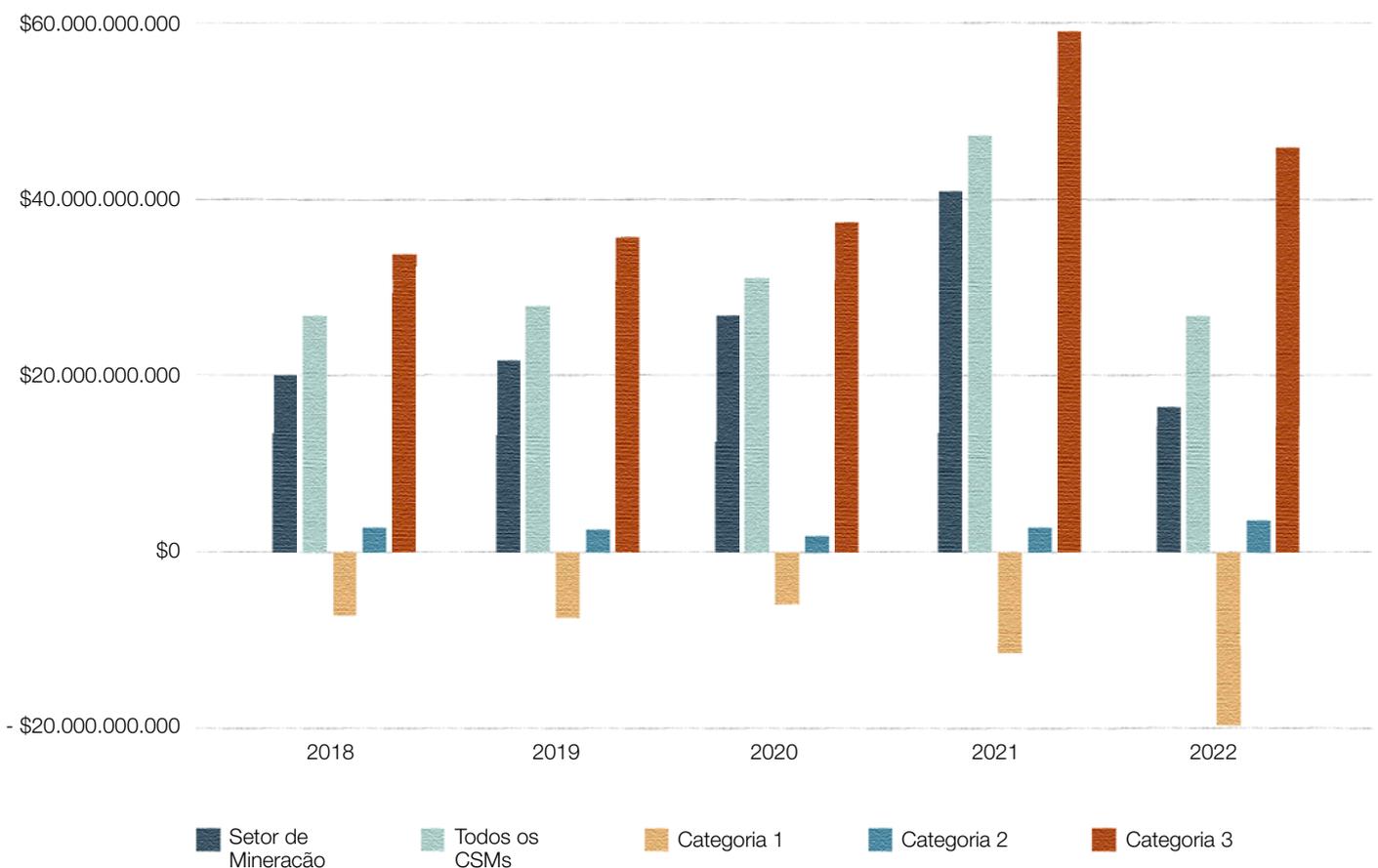
Fontes: Banco Central do Brasil (2023). [Registros Declaratórios de Investimento Estrangeiro Direto](#); Agência Nacional de Mineração (2023). [Cadastro Mineiro](#).

Em geral, espera-se que os investimentos futuros dos países ocidentais em MCEs brasileiros envolvam parcerias e investimentos estratégicos liderados pelo Estado, como a iniciativa de financiamento do governo dos EUA para uma mina de cobalto e níquel no Piauí.<sup>98</sup>

# Os minerais críticos e estratégicos do Brasil no cenário internacional

O Brasil é um exportador constante de *commodities* minerais como bens primários, embora também dependa de importações de minerais processados ou produtos manufaturados a partir de minerais. Em 2022, o superávit comercial de MCEs do Brasil totalizou US\$ 27,9 bilhões, com as exportações de MCEs tendo um valor bruto de US\$ 449,59 bilhões, incluindo US\$ 408,2 bilhões para atividades de extração e US\$ 41,39 bilhões para atividades de processamento (Figura 14). No entanto, as exportações de MCEs caíram de 2021 para 2022, em grande parte devido a uma queda de 24% nas exportações da Categoria 3, impulsionada principalmente por uma diminuição de 24% nas exportações de minério de ferro.

**Figura 14.** Balança comercial para MCEs do Brasil



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Comércio exterior do setor mineral.](#)

MCEs da Categoria 2 têm aumentado consistentemente em valor de exportação desde 2020. No entanto, nem todos esses minerais também aumentaram em termos de quantidades exportadas, sugerindo que as flutuações de preço têm impactado a balança comercial. Nesse período, o valor de exportação do lítio cresceu 407% (+12,5% na quantidade). O cobalto teve um aumento de 55,4% no valor de exportação (+132% na quantidade). As terras raras tiveram um crescimento de 87,8% no valor de exportação (+86,6% em quantidade). E houve um incremento de 58,8% no valor das exportações do tungstênio (+26,1% na quantidade). Cobre (-17,1%) e platina (-37,77%) foram os únicos minerais da Categoria 2 a ter uma queda no valor das exportações.

Todos os minerais da Categoria 1 aumentaram em valor de exportação e tiveram redução de quantidades exportadas, sugerindo uma variação positiva atrelada aos preços. A Categoria 3 experimentou reduções significativas tanto no valor quanto na quantidade de exportações para quase todos os seus minerais.

Maior importador de MCEs do Brasil, a China recebeu US\$ 20,73 bilhões em exportações brasileiras em 2022, principalmente de minério de ferro. Os EUA são o segundo maior parceiro de exportação, recebendo US\$ 9,6 bilhões em exportações, seguidos pelo Canadá, com US\$ 3,7 bilhões. Os Países Baixos, Alemanha, Bélgica e outros países da União Europeia têm uma presença menor; mesmo assim, coletivamente, as exportações de MCEs para a UE totalizam US\$8,26 bilhões.<sup>99</sup>

A China é o maior importador dos principais minerais da Categoria 2 do Brasil – incluindo nióbio, níquel, lítio e manganês – e o segundo parceiro para cobre e titânio. Holanda, Alemanha, Canadá, EUA e Bélgica são os principais parceiros comerciais para os demais minerais da Categoria 2.<sup>100</sup>

Os minerais processados constituem a maior parcela das importações minerais do Brasil. Em 2022, as importações de minerais processados da Categoria 1 foram avaliadas em US\$ 19,84 bilhões, com valores significativos oriundos da Rússia (US\$ 4,71 bilhões) e do Canadá (US\$ 3,74 bilhões) – principalmente, de fosfato e potássio.<sup>101</sup> As importações de minerais processados da Categoria 2 totalizaram US\$ 5,89 bilhões, a maioria proveniente do Chile e da China, consistindo principalmente de cobre e, em quantidades menores, de silício. As importações da Categoria 3 foram avaliadas em US\$ 13,15 bilhões e consistiram majoritariamente de ferro processado, alumínio e cobre, comprados na maior parte da China.<sup>102</sup>

A intrincada rede de relações comerciais na cadeia global de suprimentos minerais evidencia a complexidade do papel do Brasil como fornecedor de minerais brutos das Categorias 2 e 3. A China continua sendo o principal parceiro do Brasil para minerais da Categoria 1. O Brasil exporta de forma contínua minerais brutos para a China e, em troca, importa minerais processados. Enquanto isso, os países ocidentais buscam maneiras de desenvolver novas cadeias de suprimento de minerais críticos oriundos de países com recursos minerais abundantes, tendo em vista as mudanças geopolíticas e as relações fragmentadas com a Rússia e a China.<sup>103</sup>

## União Europeia

Embora a União Europeia tenha estabelecido alianças minerais com países como EUA, Canadá e Ucrânia, as negociações estratégicas do bloco com o Brasil seguem modestas.

A Lei de Matérias-Primas Críticas, anunciada em outubro de 2022, delinea ambições para um programa de criação de reservas estratégicas, especificamente de lítio e terras raras. Ações concretas foram anunciadas em 16 de março de 2023,<sup>104</sup> incluindo promoção de cadeias de suprimentos com financiamento designado; redução de prazos de licenciamento; aumento dos requisitos de monitoramento e auditoria; investimento em capacitação e treinamento; e ênfase na reciclagem e na circularidade.

A UE também financia a Plataforma de Rede de Desenvolvimento Mineral UE-América Latina<sup>105</sup> como parte de sua estratégia para a região, por meio de parcerias contínuas e de seu programa anual de implementação (*Policy Dialogue Support Facility*). Em 19 de julho, na cúpula UE-Celac, foram anunciados € 45 bilhões em investimentos da UE para a América Latina e o Caribe, incluindo projetos de extração de minerais críticos.<sup>106</sup>

Embora não se referisse especificamente aos MCEs, o serviço diplomático da UE compartilhou um memorando que incentivava um “salto qualitativo nas relações” com a América Latina e o Caribe, e a conclusão do acordo comercial com o Mercosul em 2023.<sup>107</sup> As relações bilaterais entre o Brasil e os países da UE ainda estão em fase diplomática, incluindo conversas sobre cadeias de suprimento de minerais críticos entre o chanceler alemão Olaf Scholz e o presidente Lula em janeiro de 2023,<sup>108</sup> bem como o interesse no lítio declarado pela ministra das Relações Exteriores da Alemanha durante sua visita ao país em junho de 2023.<sup>109</sup> Durante uma recente visita a Portugal, Alexandre

Silveira, Ministro do Meio Ambiente e Ação Climática, teve como principal objetivo fortalecer laços com Lisboa, não apenas como ponte para relações com a União Europeia, mas também como fonte de investimento nas atividades de mineração no Brasil.<sup>110</sup>

## Estados Unidos

Em 2020, os governos Trump e Bolsonaro lançaram em conjunto o Grupo de Trabalho de Minerais Críticos EUA-Brasil.<sup>111</sup> No entanto, até o momento, as reuniões do grupo têm sido irregulares e poucas ações concretas foram tomadas. Embora o Brasil ainda não seja um parceiro oficial na Parceria de Segurança de Minerais liderada pelos EUA, o país tem participado de reuniões que discutem como garantir que minerais críticos sejam produzidos, processados e reciclados de maneira que apoiem o desenvolvimento econômico.<sup>112</sup>

A invocação do Presidente Biden da Lei de Defesa da Produção de 1950 para incentivar a produção doméstica de minerais críticos pode ter implicações negativas para as exportações brasileiras. Em março de 2023, um enviado norte-americano confirmou a intenção dos EUA de investir na extração de MCEs no Brasil, embora os detalhes dessa política não sejam claros.<sup>113</sup> A Lei de Redução da Inflação está sendo amplamente reconhecida como um divisor de águas para a indústria de veículos elétricos dos EUA e as cadeias de suprimentos de MCEs.<sup>114</sup> Embora essa política tenha o potencial de impactar diretamente países produtores de minerais, como Canadá, Austrália e Peru, com os quais os EUA têm um acordo de livre comércio, o impacto no Brasil provavelmente será apenas indireto, na ausência desse tipo de acordo com o país.

## China

Nos últimos anos, a China, como outras potências globais, mudou seu foco para questões domésticas, com um discurso nacionalista relacionado aos recursos e ao desenvolvimento de tecnologias para atender ao mercado local, usando seus próprios recursos minerais.<sup>115</sup> Ao mesmo tempo, as empresas chinesas continuam a investir e expandir sua presença em certos mercados extrativos no Brasil, como energias renováveis, petróleo e gás. Embora a Iniciativa do Cinturão e Rota da China não inclua o Brasil, o país tem uma presença significativa na infraestrutura, finanças e comércio brasileiros.

Em dezembro de 2021, a China implementou novas regulamentações que se aplicam a empresas envolvidas na mineração ou no processamento mineral de terras raras, tungstênio e radioativos.<sup>116</sup> Essas regras incluem restrições ao investimento estrangeiro direto (IED) nesses mercados, bem como requisitos para empresas que buscam atuar no exterior ou lançar ações no exterior para obter licenças do governo. Essas regulamentações foram introduzidas como parte dos esforços da China para exercer maior controle sobre seus MCEs e impedir sua exploração por agentes estrangeiros. Embora não se refira especificamente ao Brasil, o Plano Nacional de Recursos Minerais da China (2021-2025) se concentra no desenvolvimento das capacidades regionais de áreas ricas em recursos, aumentando a exploração, estabelecendo reservas estratégicas e salvaguardando recursos.<sup>117</sup>

Desde o começo do terceiro mandato de Lula, as visitas do presidente a Pequim sinalizaram que o relacionamento com o país asiático será uma prioridade das políticas externa e comercial brasileiras. A última visita de Lula à China, em abril de 2023, foi acompanhada por uma comitiva de empresários e políticos, durante a qual foram firmados 20 novos acordos e 40 novas parcerias.<sup>118</sup>

Por exemplo, Vale Indonésia, Tisco (Grupo Baowu) e Xinhai concordaram em investir coletivamente na construção de uma planta de processamento de níquel RKEF na Indonésia.<sup>119</sup> Além disso, o Governo do Estado do Rio Grande do Norte e a Associação Sino-Brasileira de Mineração (ASBM), de propriedade chinesa, concordaram em colaborar para facilitar investimentos no setor mineral do estado.<sup>120</sup>

Também houve discussões sobre infraestrutura de mineração, aproveitando investimentos anteriores<sup>121</sup> e aquisições de infraestrutura de transporte.<sup>122</sup> O Ministério da Infraestrutura, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e a Autoridade Portuária de Santos assinaram um acordo com o Terminal Export COFCO para desenvolver ainda mais o Porto de Santos, um dos principais centros de exportação no Brasil.<sup>123</sup>

## América Latina

Em comparação com os principais parceiros econômicos, há um diálogo regional relativamente limitado sobre MCEs. Os governos da região têm realizado discussões de alto nível sobre coordenação regional e cadeias de suprimentos para MCEs, mas poucas ações políticas se concretizaram até agora.

Durante a Conferência de Ministérios de Mineração das Américas de 2021, representantes governamentais de 23 países das Américas e do Caribe discutiram o potencial das cadeias de suprimentos regionais para apoiar minerais críticos para a transição energética.<sup>124</sup> O Brasil manifestou interesse em ampliar as relações comerciais com a região e colaborar na cadeia de industrialização.<sup>125</sup>

Embora o Brasil não esteja situado no “Triângulo do Lítio” da América do Sul, está em discussão a possibilidade de o país se aliar ao Chile, Argentina e Bolívia para criar um “Cartel do Lítio”, semelhante à OPEP, para coordenar a produção, precificação e práticas do lítio.<sup>126</sup>

Apesar de suas modestas reservas de lítio, a participação do Brasil estaria baseada em sua vasta experiência na fabricação de automóveis e em tecnologias de mobilidade de baixo carbono, incluindo carros movidos a etanol, biocombustíveis e gás natural.<sup>127</sup>

No entanto, a probabilidade de isso se concretizar a curto ou médio prazo é limitada devido ao domínio da Austrália no mercado global de lítio e à natureza ainda incipiente da mineração de metais na Bolívia, apesar das tentativas de investidores chineses de impulsionar o mercado local.<sup>128</sup> A decisão do presidente chileno Gabriel Boric de nacionalizar a produção de lítio do Chile, em abril de 2023, pode ter consequências para as cadeias e parcerias regionais de fornecimento do mineral, já que os países latino-americanos com governos de esquerda tentam construir uma aliança regional e consolidar laços políticos.<sup>129</sup>

Em última análise, a política externa e o comércio brasileiro de MCEs estão intrinsecamente ligados a uma estratégia ativa de não-alinhamento.<sup>130</sup> Como um importante ator global na produção e comércio de MCEs, o Brasil busca uma política externa independente e soluções construtivas que atendam aos interesses nacionais sem ceder automaticamente à pressão de potências dominantes.

## **Destaque: terras raras no Brasil**

As terras raras estão entre os MCEs mais suscetíveis a interrupções nas cadeias de suprimentos. Espera-se que o fornecimento global de neodímio, praseodímio, disprósio e óxido de térbio diminua, fruto de um processo iniciado em 2022, que implica uma restrição na produção das ligas e do pó de neodímio necessários para componentes magnéticos usados em veículos elétricos e turbinas eólicas.<sup>131</sup> Como efeito, a escassez desses materiais deve atingir 66 mil toneladas por ano até 2030 e 206 mil toneladas anuais até 2035, o que representa quase um terço do mercado total.<sup>132</sup>

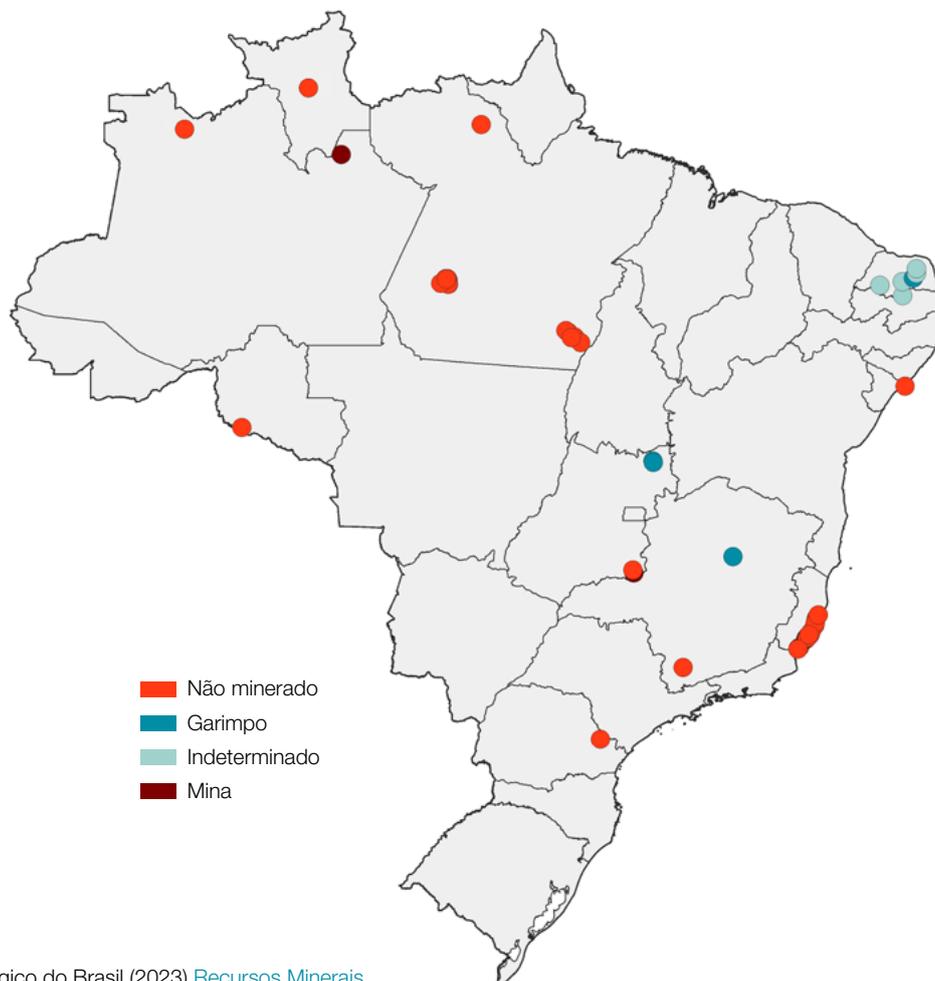
Embora em 2022 o mercado global de elementos de terras raras fosse relativamente pequeno (US\$ 6,58 bilhões)<sup>133</sup> – em comparação com outros, como o do petróleo (mais de US\$ 3 trilhões)<sup>134</sup> ou do minério de ferro (US\$ 405 bilhões)<sup>135</sup> – a criticidade desses elementos supera muito sua importância econômica. O domínio estratégico da China sobre as cadeias globais de suprimentos de terras raras, particularmente nas capacidades *midstream* e *downstream*,<sup>136</sup> é percebido como uma das maiores vulnerabilidades estratégicas dos EUA.<sup>137</sup> A China atualmente representa 60% da produção global de terras raras e quase 90% de seu refino.<sup>138</sup>

Apesar da abundância de terras raras em países como China, Vietnã, Brasil e Rússia, pode ser difícil identificar depósitos economicamente viáveis.<sup>139</sup> O Brasil, com a terceira maior reserva de terras raras do mundo (21 milhões de toneladas), tem potencial para se tornar futuramente um fornecedor desses minérios.<sup>140</sup>

A pesquisa e a exploração conduzidas pelo SGB/CPRM mostram que os depósitos e ocorrências de terras raras no Brasil são relativamente conhecidos (Figura 15). Reservas significativas foram descobertas em rochas alcalino-carbonatíticas de diversos locais, incluindo Araxá (MG), Poços de Caldas (MG), Catalão (GO), Tapira (MG), Jacupiranga (SP) e Itapirapuã (GO).<sup>141</sup> As terras raras também estão presentes em formações graníticas, embora em menor quantidade, em locais como a mina de Pitinga, em Presidente Figueiredo (AM), e em Minaçu e Montividiu do Norte, em Goiás.<sup>142</sup>

Além disso, os depósitos sedimentares das regiões de São Gonçalo do Sapucaí (MG) e São Francisco de Itabapoana (RJ) contêm terras raras, ainda que em menor quantidade.<sup>143</sup> Embora haja estudos indicando a presença de jazidas na Reserva Biológica Morro dos Seis Lagos (São Gabriel da Cachoeira, AM) e na Serra do Repartimento (RR), por serem áreas protegidas, restrições legais impedem novas pesquisas nesses locais.<sup>144</sup>

**Figura 15.** Ocorrências de terras raras no Brasil



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2023) [Recursos Minerais](#).

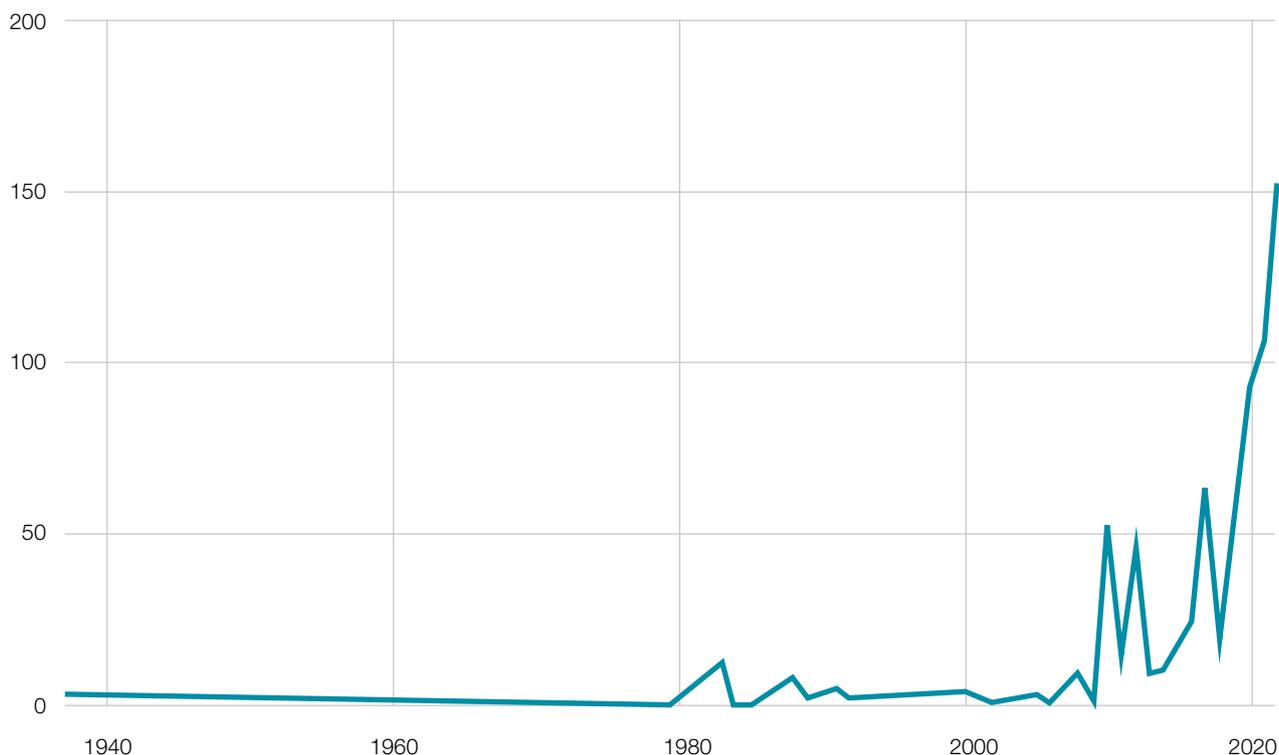
A Tabela 6 mostra a distribuição dos direitos ativos de pesquisa de monazita e terras raras atualmente espalhados por 138 municípios brasileiros. Isso demonstra um setor de terras raras ativo, especialmente na fase de pesquisa.

**Tabela 6.** Processos minerários ativos atuais e selecionados para terras raras no Brasil.

FASE	NÚMERO DE PROCESSOS (EMPRESAS)
<b>Solicitação de pesquisa</b>	178
<b>Pesquisa</b>	467
<b>Mineração ativa</b>	28

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Cadastro Mineiro](#).

Essa atividade é corroborada pela figura 16, que mostra um aumento acentuado no número de processos minerários ativos de terras raras.

**Figura 16.** Processos minerários ativos para monazita e terras raras (1937-2022)

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Cadastro Mineiro](#) via SGB/CPRM (2023). [Plataforma P3M](#).

Vários desses processos estão ligados a empresas que recebem investimentos de agentes estrangeiros. Em 2021, havia 108 processos minerários ativos ligados a empresas que receberam recursos de agentes estrangeiros. Em 2022, foram 175; em maio de 2023 havia 111 processos minerários ativos, sugerindo que este ano pode ultrapassar os anteriores em termos de nível de interesse internacional pelas terras raras do Brasil.<sup>145</sup>

A Tabela 7 mostra os maiores projetos ativos de mineração de terras raras.

**Tabela 7.** Maiores projetos de terras raras no Brasil

NOME DO DEPÓSITO	PROPRIETÁRIO (PAÍS)	RECURSOS ESTIMADOS (TONELADAS)	ÍNDICES	STATUS
Tapira	Mosaic (EUA)	5,8	1 a 10%	Operando
Catalão II	CMOC (China)/ Mosaic (EUA)	25	0,98%	Operando
Maicuru	Mosaic (EUA)	Não reportado	0,49-4,79%	Inviável
Catalão I	Mosaic (EUA)	78,9	8,67%	Operando
Araxá	Mosaic (EUA)	0,546	4,40%	Operando
Repartimento	Repartimento	Não reportado	5%	Inviável

NOME DO DEPÓSITO	PROPRIETÁRIO (PAÍS)	RECURSOS ESTIMADOS (TONELADAS)	ÍNDICES	STATUS
Poços de Caldas	Mineração Terras Raras (Brasil)	3,55	3,90%	Exploração
Barra do Itapirapuã	Barra do Itapirapuã	44,8	0,70%	Exploração
Mato Preto	Nossa Senhora do Carmo Ltda (n/a)	Não reportado	7,70%	Operando
Seis Lagos	CPRM (Brasil)	43,5	1,50%	Inviável
Minaçu (Serra Dourada)	Mineração Serra Verde (controlada pela Denham Capital, EUA)	300	0,15%	Exploração
Pitinga	Mineração Taboca (Peru)	2	0,16%	Operando
São Francisco do Itabapoana	Vale (Brasil)	2,7	60%	Operando

Fonte: Silva, G.F., Cunha, I.A., & Costa, I.S.L. (Orgs.) (2023). [An Overview of Critical Minerals Potential of Brazil](#). SGB/CPRM.

Uma parte significativa da produção de terras raras do Brasil não vem de novos empreendimentos de escavação *greenfield*<sup>146</sup> e sim de processos extrativos complexos que envolvem escórias e rejeitos de outras atividades de mineração. Na mina de Araxá, por exemplo, a CBMM desenvolveu a tecnologia para obter sulfato de terras raras a partir de rejeitos de mineração de nióbio.<sup>147</sup> Esses projetos também estão sendo implementados em Catalão (GO), Poços de Caldas (MG), Tapira (MG), Pitinga (AM) e Mata da Corda (MG).<sup>148</sup> No depósito de Bom Futuro (RO), rejeitos da mineração de cassiterita oriundos de minas artesanais foram recentemente vendidos para a Canada Rare Earth Corporation.<sup>149</sup>

A descoberta de argilas iônicas em Minaçu, em 2015, abriu uma oportunidade promissora para a produção de terras raras no Brasil, especialmente porque essas argilas possuem baixa radioatividade, além de um processo de extração e processamento simples.<sup>150</sup> A empresa Serra Verde começa a produzir até o final de 2023, com o objetivo de se tornar “o terceiro produtor não asiático em grande escala e o primeiro a produzir todos os quatro elementos magnéticos críticos de terras raras”.<sup>151</sup>

No entanto, o Brasil segue lutando para aumentar significativamente sua produção de terras raras. O governo brasileiro já fez algumas tentativas para corrigir essa situação por meio da promoção do mercado doméstico. Por exemplo, a estatal Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE) criou o LabFabITR, uma fábrica-laboratório piloto dedicada à produção de ímãs e ligas utilizando terras raras processadas, em especial ímãs de neodímio.<sup>152</sup> Embora os ímãs produzidos pela LabFabITR sejam mais caros do que aqueles importados da China, os clientes brasileiros podem se beneficiar de prazos de entrega menores, custos de transporte reduzidos e maior qualidade.<sup>153</sup>

O governo terá um papel crucial no futuro ao fornecer o financiamento e a visão estratégica para a colaboração multissetorial no desenvolvimento de tecnologias viáveis para a extração e processamento de terras raras.

Embora o controle da China sobre o processamento de terras raras continue a representar uma vulnerabilidade significativa para as cadeias de suprimentos globais, sua recente guinada para o mercado interno também representa uma oportunidade para o Brasil. Desde 2018, a produção brasileira de terras raras brutas e o consumo de terras raras processadas variaram significativamente (Tabela 8).

**Tabela 8.** Exportações brasileiras de terras raras brutas e importações de terras raras processadas

	2018	2019	2020	2021	2022
Exportações de terras raras brutas (toneladas)	800	300	608	400	892
Principal destino de exportação de terras raras brutas	China (100%)	China (100%)	China (100%)	China (100%)	Canadá (100%)
Importações de terras raras processadas (toneladas)	2.312	471	358	1.377	1.618
País do qual foi importada maior quantidade de terras raras processadas	China (69,15%)	China (61,74%)	China (53,24%)	China (54,49%)	China (57,23%)

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023). [Comércio exterior do setor mineral](#).

Em 2022, surgiram novas perguntas quando o Canadá substituiu a China como comprador exclusivo das terras raras brasileiras.

Essa delicada situação geopolítica tem levado alguns investidores a reconsiderar depósitos de terras raras que anteriormente eram ignorados devido aos desafios logísticos e altos custos de extração.<sup>154</sup>

# Riscos socioambientais da mineração de minerais críticos e estratégicos

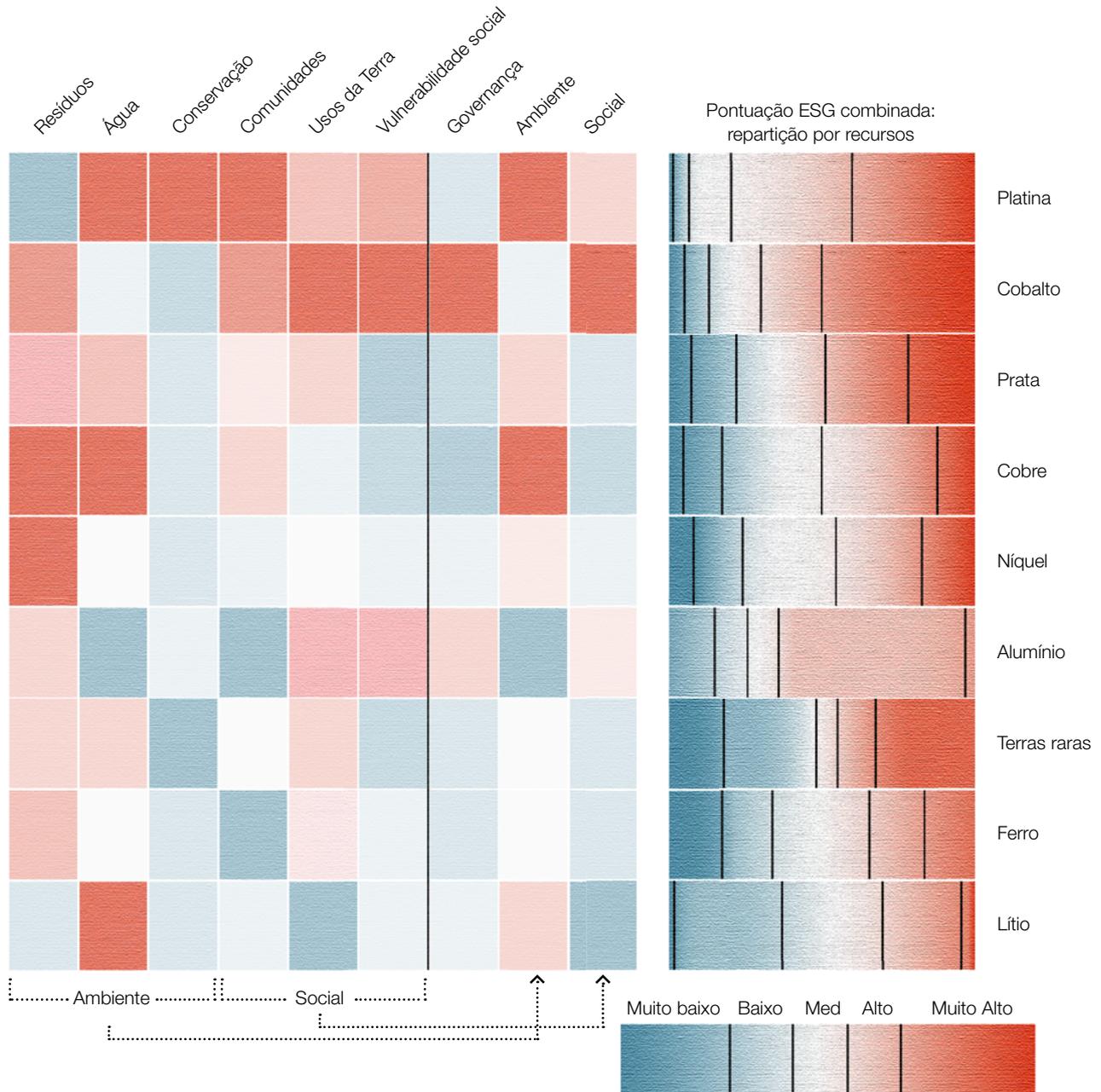
Enquanto o foco nos MCEs geralmente gira em torno de sua localização e acessibilidade para lidar com “problemas do lado da oferta”, é também crucial considerar os significativos riscos socioambientais que podem levar a pontos de inflexão e instabilidades.<sup>155</sup>

**Tabela 9.** Riscos socioambientais da mineração de MCEs no Brasil<sup>156</sup>

<b>DESPERDÍCIO</b>	A gestão inadequada de rejeitos durante a extração e processamento de MCEs (particularmente terras raras, níquel e cobre) pode causar danos ambientais graves devido à presença de substâncias tóxicas e metais pesados. <sup>157</sup>
<b>ÁGUA</b>	A extração e processamento de MCEs podem poluir as fontes de água com produtos químicos tóxicos. A produção de lítio, mineral usado em baterias de veículos elétricos, requer um uso substancial de água que pode alterar o equilíbrio e agravar o estresse hídrico, <sup>158</sup> enquanto a extração de ouro pode contaminar as fontes de água com cianeto e mercúrio, representando uma ameaça grave para os seres humanos e ecossistemas. <sup>159</sup>
<b>CONSERVAÇÃO</b>	As atividades de mineração podem causar desmatamento, degradação do solo e perda de biodiversidade, impactando os ecossistemas locais e ameaçando a sobrevivência de espécies vegetais e animais. <sup>160</sup>
<b>COMUNIDADES</b>	A chegada de trabalhadores temporários durante as atividades de mineração pode perturbar o modo de vida tradicional e a cultura das comunidades indígenas, gerar conflitos sociais e tensões, e ameaçar a preservação do patrimônio cultural e do conhecimento tradicional. <sup>161</sup>
<b>USO DA TERRA</b>	A dinâmica entre mineração, agricultura, agronegócio e extração de madeira pode promover o uso contraditório do território, o que aumenta a complexidade e o potencial para conflitos. <sup>162</sup>
<b>VULNERABILIDADE SOCIAL</b>	A mineração pode agravar vulnerabilidades sociais como pobreza, desigualdade e exclusão, e está frequentemente associada ao aumento dos níveis de alcoolismo, drogas e abuso sexual em áreas próximas. Além disso, o trabalho infantil é uma preocupação e há ainda o risco de exploração das populações locais para a força de trabalho da mineração. <sup>163</sup>
<b>GOVERNANÇA</b>	A governança inadequada e a supervisão regulatória da mineração de MCEs podem agravar as ameaças de danos ambientais e riscos sociais devido à falta de aplicação efetiva de padrões socioambientais.

Os processos associados aos diferentes MCEs apresentam riscos sociais e ambientais variados (Figura 17), o que destaca as implicações de priorizar minerais específicos em decisões políticas.

**Figura 17.** Perfis de risco para nove metais de transição energética



Fonte: Lèbre, É. et al. (2020). [The social and environmental complexities of extracting energy transition metals](#). Nature Communications, 11(1), p.4823.

No entanto, as implicações do aumento da mineração de MCEs no Brasil têm potencial para um impacto global maior devido à importância do bioma amazônico para o clima do planeta. Aproximadamente 30% das ocorrências conhecidas de minerais estratégicos estão na Amazônia Legal brasileira, sendo 4,4% delas em Terras Indígenas e 14,9% em Unidades de Conservação em todo o Brasil.<sup>164</sup>

A Tabela 10 mostra o grau de sobreposição entre as atividades de mineração ativas para os diferentes MCEs e as áreas protegidas em todo o Brasil. Os processos de mineração incluídos nesta análise estavam em uma das seguintes fases: Concessão de lavra, Lavra garimpeira, Licenciamento e Autorização de pesquisa.

**Tabela 10.** Localização dos processos minerários ativos relacionados a MCEs (em março de 2023)

	C1	C2	C3	ÁREA NO BRASIL (KM <sup>2</sup> )	% NA AMAZÔNIA LEGAL	% EM TERRAS INDÍGENAS	% EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	% EM TERRITÓRIOS QUILOMBOLAS
<b>Estanho</b>		✓		12.216	<b>89,71</b>	0	12	0
<b>Potássio</b>	✓			10.388	<b>88,84</b>	0	13	0
<b>Alumínio</b>			✓	43.738	<b>83,18</b>	0	16	1
<b>Ouro</b>			✓	225.601	<b>68,87</b>	0	16	0
<b>Cobre</b>		✓	✓	132.359	<b>64,78</b>	0	11	0
<b>Tungstênio</b>		✓		1.295	<b>59,60</b>	0	25	0
<b>Tântalo</b>		✓		4.119	<b>58,61</b>	0	5	1
<b>Titânio</b>		✓		4.339	<b>50,20</b>	0	7	0
<b>Silício</b>		✓		62	<b>47,81</b>	0	22	0
<b>Platina</b>		✓		1.447	<b>38,88</b>	0	10	0
<b>Manganês</b>			✓	57.034	<b>35,79</b>	0	6	0
<b>Nióbio</b>		✓		4.329	<b>35,54</b>	2	9	0
<b>Fosfato</b>	✓			58.554	<b>32,91</b>	0	4	0
<b>Ferro</b>			✓	116.853	<b>31,97</b>	0	10	1
<b>Níquel</b>		✓		17.166	<b>29,47</b>	0	3	0
<b>Molibdênio</b>	✓			222	<b>16,44</b>	0	17	0
<b>Terras raras</b>		✓		3.369	<b>15,40</b>	0	7	9
<b>Vanádio</b>		✓		418	<b>2,29</b>	0	2	0
<b>Grafite</b>		✓	✓	3.076	<b>1,32</b>	0	2	0
<b>Lítio</b>		✓		3.349	<b>0,00</b>	0	2	0
<b>Enxofre</b>	✓			20	<b>0,00</b>	0	100	0

Fontes:

- Serviço Geológico do Brasil. [Recursos Minerais](#).
- Agência Nacional de Mineração (2023). [Sistema de Informações Geográficas da Mineração \(SIGMINE\)](#)
- Rainforest Investigations Network & Earthrise Media (2023). [Amazon Mining Watch](#).
- Fundação Nacional dos Povos Indígenas (2023). [Geoprocessamento e Mapas](#).
- Ministério do Meio Ambiente (2023). [Unidades de Conservação](#).
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2023). [Áreas de Quilombolas](#).

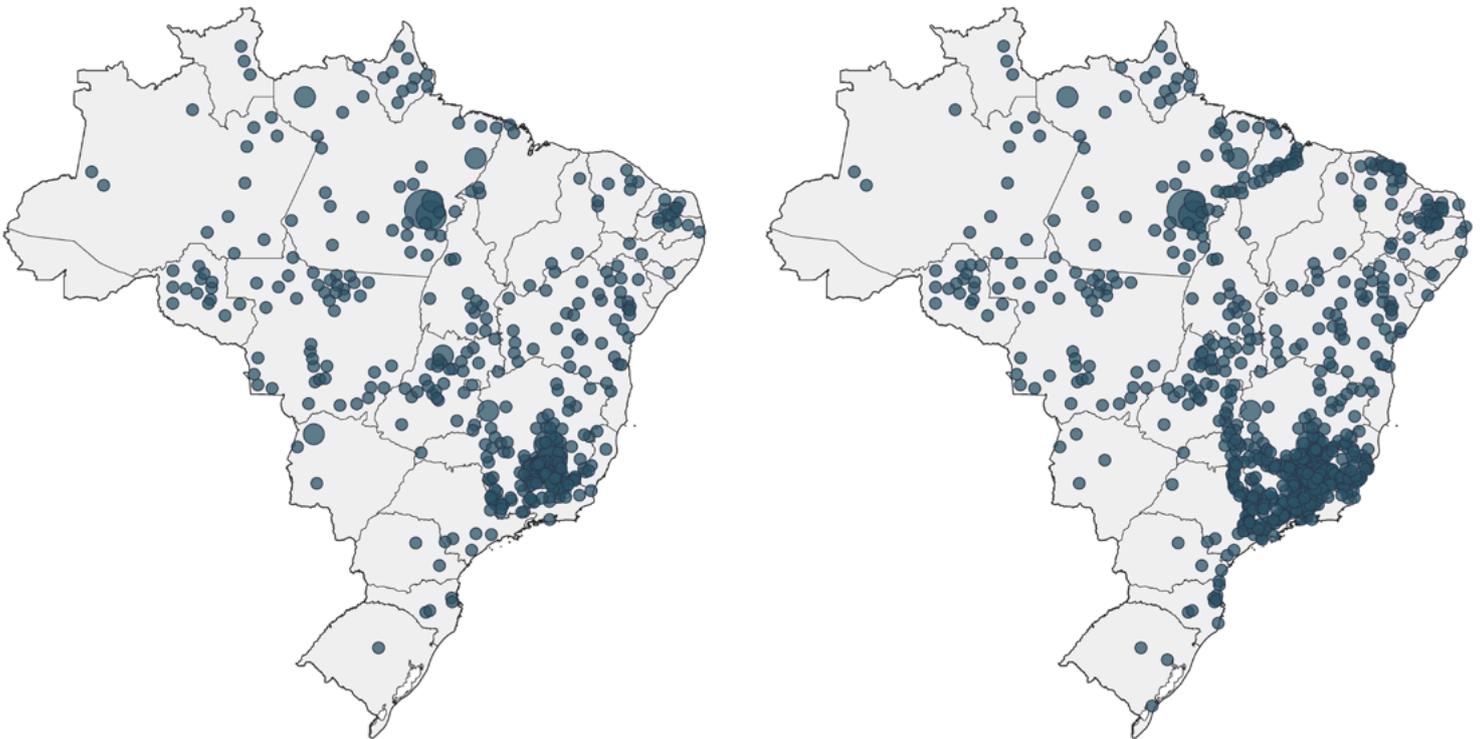
O ouro e o cobre são responsáveis pela maior parte da área ocupada com operações de mineração na Amazônia brasileira. Outros minerais têm concentrações maiores de processos minerários na Amazônia, como estanho, potássio e alumínio, embora a área geográfica que ocupam seja bem menor.

Isso posto, os impactos da mineração vão muito além dos locais de escavação.<sup>165</sup>

A construção de novas vias de acesso e tubulações para abastecimento de água, por exemplo, pode ter impactos significativos no meio ambiente e afetar as populações da região. A pesquisa mostra que há possibilidade de impactos em um raio de até 70km ao redor das minas.<sup>166</sup>

A abrangência desse impacto cria a necessidade de instrumentos como a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), que regula a arrecadação e distribuição dos *royalties* da mineração. As figuras 18a e 18b mostram o panorama nacional da CFEM entre 2008 e 2022, que revela focos nas regiões sudeste e litorânea, com alguns pontos de concentração no Pará. A arrecadação, alocação e dispêndio de *royalties*, impostos e receitas provenientes da mineração têm impactos variados nas comunidades locais. O município produtor recebe 60% dos *royalties*; 15% são do governo estadual produtor, 15% de outros municípios afetados e 10% do Governo Federal.<sup>167</sup>

**Figuras 18 a e b.** Arrecadação (a) e Distribuição (b) da CFEM (2008-2022)



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2021). [Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais \(CFEM\)](#).

Os municípios afetados que recebem *royalties* de CFEM são mais numerosos do que aqueles nos quais os *royalties* são arrecadados, o que pode ser atribuído a fatores como a infraestrutura ferroviária que passa por municípios não mineradores – como é o caso do Maranhão<sup>168</sup> – e alguns em Minas Gerais que são próximos aos locais das minas e acabam sendo afetados por barragens de rejeitos, usinas de beneficiamento, depósitos de resíduos e estações de tratamento de água.<sup>169</sup>

O extenso impacto da mineração e a falta de benefícios locais podem resultar em conflitos, agitação social e protestos, fragilizando a “licença social” para minerar.<sup>170</sup> Só em 2020 houve várias disputas envolvendo 144 empresas em 564 localidades.<sup>171</sup>

Os MCEs podem ser particularmente propensos a gerar conflitos devido à sua importância “crítica” ou “estratégica”. A atividade mineradora intensa e o envolvimento de entidades estatais ou do setor privado podem levar a conflitos com as comunidades. Esses conflitos podem surgir devido a disputas sobre o acesso à terra, ao impacto das práticas de mineração nas comunidades e à distribuição justa dos benefícios da mineração para as comunidades afetadas.

O engajamento e a consulta das partes interessadas e os procedimentos de gestão ESG podem ajudar a mitigar conflitos envolvendo empresas de mineração. Embora o governo Bolsonaro tenha flexibilizado alguns protocolos de consulta às partes envolvidas, a administração do Presidente Lula indica querer restabelecê-los. A ratificação do Acordo de Escazú – tratado internacional de direitos ambientais assinado por 25 nações latino-americanas e caribenhas em 2018 – consolidará esses procedimentos. Em 11 de maio de 2023, após anos de espera, o governo brasileiro finalmente enviou o acordo ao Congresso Nacional para ratificação.<sup>172</sup>

## Os riscos para a Amazônia

Quando as instituições e processos formais são frágeis ou percebidos pelas comunidades como ilegítimos ou irrelevantes, conflitos ligados à mineração tendem a ser resolvidos por meio da violência. Estudos relacionados à gestão de recursos em áreas remotas da Amazônia indicam que a violência tem um papel significativo na administração desses recursos.<sup>173</sup> Essa constatação se alinha com a crescente percepção da ligação entre conflitos violentos e áreas ricas em minerais, particularmente quando associados às atividades de mineração ilegal e informal.<sup>174</sup>

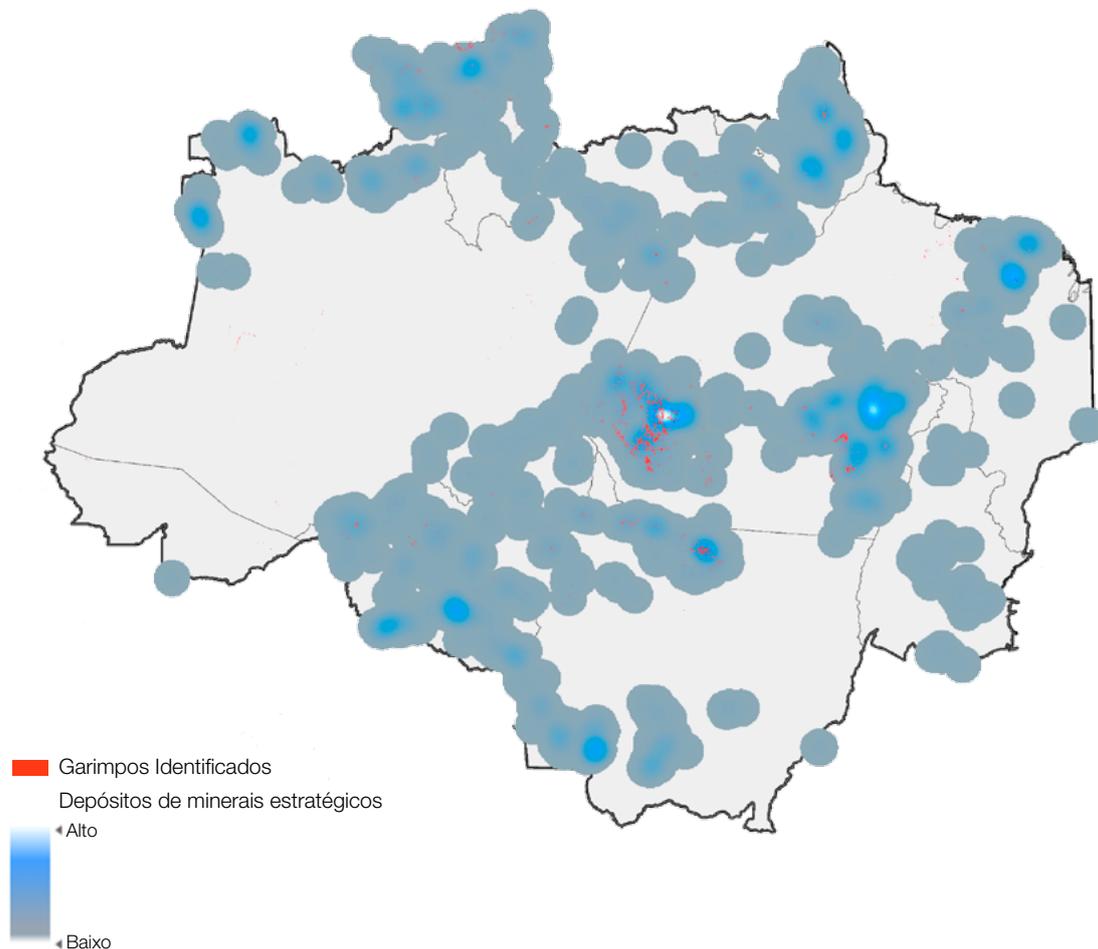
Grupos criminosos organizados que dominam o tráfico de drogas no sudeste do Brasil identificaram uma oportunidade de expandir suas atividades ilícitas para a região amazônica, explorando minas de ouro ilegais dentro da floresta. O Comando Vermelho (CV) e o Primeiro Comando da Capital (PCC) estão entre as facções que começaram a diversificar suas atividades.<sup>175</sup> Sua presença foi detectada em pelo menos duas das maiores reservas indígenas do Brasil – a Yanomami, em Roraima, e a Munduruku, no Pará.<sup>176</sup> Além disso, redes paraestatais<sup>177</sup> que incluem ex-policiais e membros de organizações criminosas extintas – e que possuem vínculos com aparatos do Estado – também estão envolvidas em várias outras atividades criminosas ambientais.<sup>178 179</sup>

Esses atores e grupos costumam usar a violência para se envolver diretamente em atividades de mineração ou fazer parcerias com garimpeiros para extrair, processar e contrabandear minerais.<sup>180</sup> Na figura 19, observa-se a considerável sobreposição entre regiões repletas de MCEs e áreas com atividade de garimpo a céu aberto na Amazônia Legal brasileira.<sup>181</sup>

O ouro surge como o principal mineral retirado de forma ilegal, talvez devido à relativa facilidade de extração e alto valor econômico.<sup>182</sup> Estudos estimam que até 17% do mercado de ouro do Brasil tenha como origem o garimpo ilegal.<sup>183</sup> Os estudos e esforços de pesquisa tendem a se concentrar no ouro provavelmente por causa de sua importância econômica e possíveis ligações com fluxos financeiros ilícitos, enquanto a visibilidade da mineração de ouro a céu aberto, em comparação com a mineração subterrânea de outros minerais, permite a detecção por meio de tecnologias de sensoriamento remoto.

Embora menos discutidos, os garimpos ilegais de cobre,<sup>184</sup> estanho<sup>185</sup> e manganês<sup>186</sup> também são uma realidade, apesar desses minerais serem mais difíceis e caros de minerar, exigindo tecnologias e processos de extração avançados, em comparação com o ouro. Há relatos de contrabando desses minerais para processamento fora do Brasil.

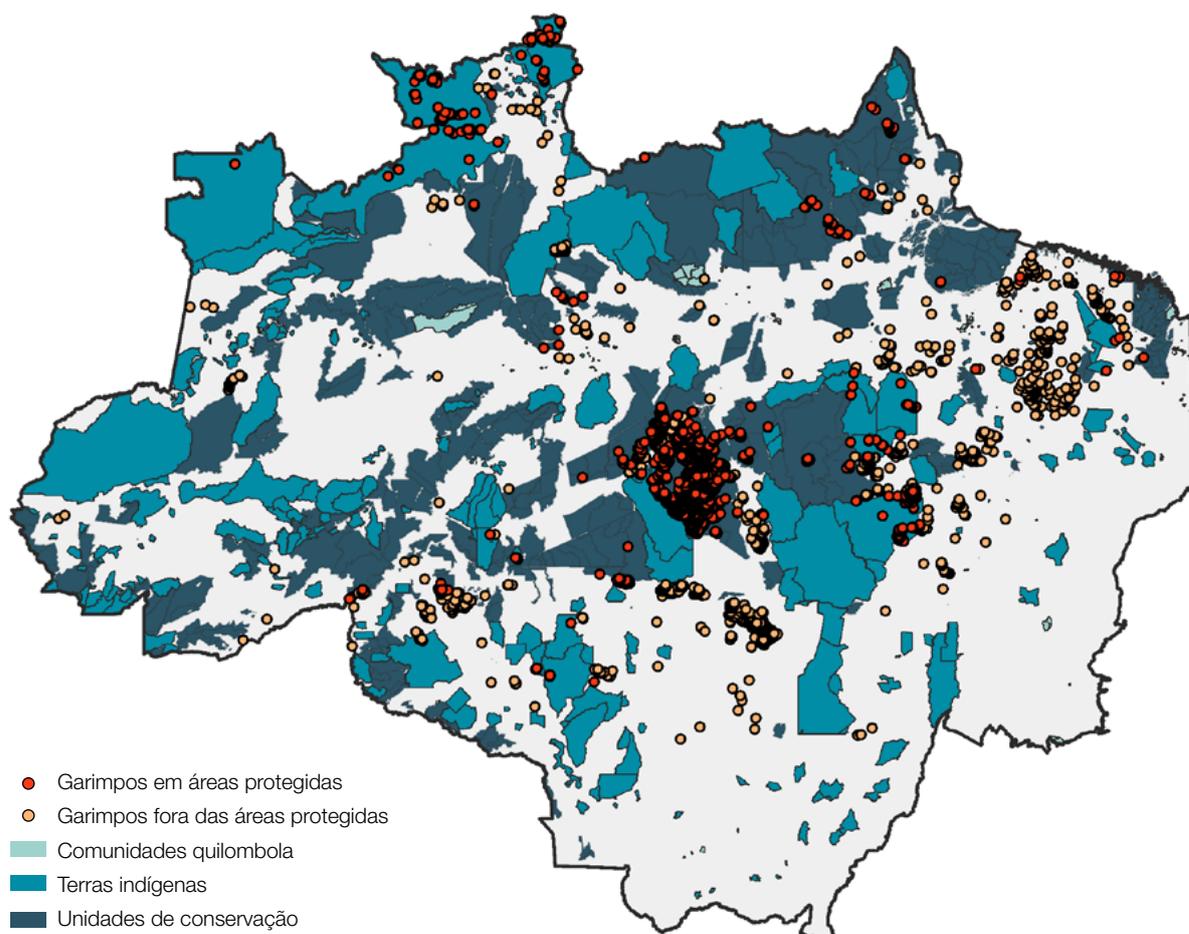
**Figura 19.** Mapa de calor de ocorrências de MCEs e garimpo a céu aberto detectado em 2021



Fontes: SGB (2023) [Recursos Minerais](#); Rainforest Investigations Network & Earthrise Media (2023). [Amazon Mining Watch](#).

As atividades de garimpo a céu aberto muitas vezes invadem terras protegidas e a figura 20 mostra o grau de sobreposição com terras indígenas homologadas, comunidades quilombolas e unidades de conservação.

**Figura 20.** Mapa de terras protegidas e garimpo a céu aberto detectado em 2021



Fontes:

- Serviço Geológico do Brasil (2023). [Recursos Minerais](#).
- Agência Nacional de Mineração (2023). [Sistema de Informações Geográficas da Mineração \(SIGMINE\)](#)
- Rainforest Investigations Network & Earthrise Media (2023). [Amazon Mining Watch](#).
- Fundação Nacional dos Povos Indígenas (2023). [Geoprocessamento e Mapas](#).
- Ministério do Meio Ambiente (2023). [Unidades de Conservação](#).
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2023). [Áreas de Quilombolas](#).

Com respeito às terras indígenas, algumas comunidades às vezes recorrem à resistência armada para defender seus territórios contra invasões.<sup>187</sup> Apesar da percepção generalizada de que as comunidades indígenas são totalmente contrárias à mineração, a realidade é mais complexa, com algumas delas adotando a mineração artesanal como uma forma de geração de renda.<sup>188</sup> No entanto, a mineração artesanal indígena pode gerar disputas sobre direitos minerais e autonomia sobre o território indígena; de fato, a Constituição brasileira afirma que não pode haver escavação 40 centímetros abaixo da superfície da terra sem pagamento de royalties ao governo federal, mesmo dentro de Terras Indígenas.

Tudo isso reforça a extrema importância de considerar os riscos socioambientais da mineração de MCEs. A exploração mineral pode trazer benefícios econômicos significativos e possibilitar a inovação tecnológica necessária para uma transição verde, mas também pode causar impactos negativos na sociedade e no meio ambiente. É fundamental que a expansão do mercado de MCEs no Brasil aconteça de forma responsável, garantindo a proteção dos direitos das comunidades locais, a preservação dos ecossistemas naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável.

# Considerações Finais: Um papel crítico e estratégico para o Brasil?

A busca global por minerais críticos e estratégicos tem o potencial de desencadear uma cascata de pontos críticos e instabilidades. Os riscos são particularmente agudos se os protocolos de mineração desses minerais forem capazes de contornar marcos regulatórios em nome de metas supostamente mais elevadas, como o interesse nacional ou a transição verde.

Há muito mais em jogo do que a escassez, já que quase um terço dos depósitos dos MCEs estão localizados dentro da Amazônia Legal Brasileira. O governo brasileiro não só deve restabelecer e fortalecer as proteções ambientais, mas também estabelecer um consenso mais amplo e estável sobre políticas energéticas, extração mineral e metas de desenvolvimento para garantir um caminho sustentável e responsável tanto no país quanto no exterior.

Pelo menos quatro áreas principais emergem deste artigo para futuras reflexões sobre políticas.

## 1. Posicionamento estratégico

Com sua configuração geológica, custódia do bioma Amazônia, diversidade mineral e política externa de não-alinhamento, o Brasil tem a oportunidade de se posicionar como um líder global responsável na indústria mineral. O Plano Nacional de Mineração 2050 deve servir como marco para integrar a mineração com as estratégias de energia, crescimento, defesa e clima.

## 2. Investimentos *downstream*, processamento *midstream*

Diversificar a produção brasileira com setores industriais e de serviços, incorporando à economia produtos baseados em conhecimento e produtos intensivos de tecnologia, ajudará o Brasil a superar a dependência das exportações de commodities minerais. O governo deve coordenar os setores empresarial e acadêmico no desenvolvimento de capacidades de processamento *downstream* e *midstream* para os MCEs. Alavancar parcerias regionais na cadeia de suprimentos, especialmente em lítio ou terras raras, aumentará a competitividade.

## 3. Engajamento inclusivo

Para garantir uma representação justa dos interesses de mercado, sociais e ecológicos na tomada de decisões, o Brasil deve examinar a reestruturação e diversificação dos marcos regulatórios, diretrizes de conformidade e comitês. Isso poderia envolver a inclusão do Ministério dos Assuntos Indígenas e do Ministério do Meio Ambiente no CTAPME ou a revisão dos modelos de redistribuição de royalties da mineração para priorizar a resiliência ecológica, entre outras medidas.

## 4. Comunicação da importância de responsabilidade na transição verde

Para promover uma abordagem cautelosa e consciente em relação ao consumo de MCEs, o Brasil deve usar sua posição para liderar uma campanha abrangente de comunicação estratégica baseada em evidências que enfatizam a importância de responsabilidade socioambiental na transição verde, garantindo assim a sua eficácia como solução para a emergência climática. Ao fazer isso, o Brasil pode ajudar governos de todo o mundo a evitar influências indevidas de interesses particulares e facilitar negociações mais equilibradas sobre as condições dos direitos minerais.

A governança responsável dos mercados globais de MCEs requer que os formuladores de políticas abordem tanto as oportunidades quanto os riscos de longo prazo associados à mineração no Brasil. Embora este artigo apresente um passo inicial, são necessárias pesquisas empíricas adicionais e o desenvolvimento de políticas para preencher lacunas e aprofundar tópicos relevantes. Ao seguir essa agenda, os formuladores de políticas podem garantir uma abordagem equilibrada que considere as interdependências sociais e ambientais, assim como as dinâmicas de oferta e demanda nas cadeias de suprimentos de MCE.

Alcançar esses objetivos requer a construção de um consenso global. Dado seu amplo conhecimento em mineração, o engajamento ativo da sociedade civil, as delicadas relações diplomáticas e os recursos naturais inexplorados, o Brasil está posicionado de forma única para assumir um papel de liderança estratégica na formação desse novo pacto social, ambiental e econômico.

# Anexo 1: Produção de minerais estratégicos (Brasil x Resto do mundo [RDM])

	C1	C2	C3	PRODUÇÃO DE MINAS NO BRASIL (TONELADAS)	TOTAL DE PRODUÇÃO DA MINA (ROW) (TONELADAS)	PARTICIPAÇÃO DA PRODUÇÃO DO BRASIL %
<b>Alumínio (incluindo alumina e bauxita)</b>			✓	44.000.000	520.000.000	8,46%
<b>Cobalto</b>		✓		n/a	0,190	n/a
<b>Cobre</b>		✓	✓	348.000	21.000.000	1,65%
<b>Enxofre</b>	✓			n/a	82.000.000	n/a
<b>Estanho</b>		✓		18.000	310.000	5,81%
<b>Ferro (minério utilizável)</b>			✓	410.000.000	2.600.000.000	15,77%
<b>Fosfato</b>	✓			5.500.000	220.000.000	2,50%
<b>Grafite</b>		✓	✓	87.000	1.300.000	6,69%
<b>Grupo da platina (incluindo platina e paládio)</b>		✓		n/a	310	n/a
<b>Lítio</b>		✓		2.200	130.000	1,69%
<b>Manganês</b>			✓	400.000	20.000.000	2,00%
<b>Molibdênio</b>	✓			n/a	250.000	n/a
<b>Nióbio</b>		✓	✓	71.000	79.000	89,87%
<b>Níquel</b>		✓		83.000	3.300.000	2,51%
<b>Ouro</b>			✓	60	3.100	1,94%
<b>Potássio (potassa)</b>	✓			270.000	40.000.000	0,68%
<b>Silício</b>		✓		400.000	8.800.000	4,55%
<b>Tálio</b>		✓		n/a	n/a	n/a
<b>Tântalo</b>		✓		370	2.000	18,5
<b>Terras raras</b>		✓		80	300.000	0,03%
<b>Titânio</b>		✓		32.000	8.900.000	0,36%
<b>Tungstênio</b>		✓		n/a	84.000	n/a
<b>Urânio</b>		✓	✓	29	48.332	0,06%
<b>Vanádio</b>		✓		6.200	100.000	6,20%

Fontes:

- OECD (2022). [Regulatory Governance in the Mining Sector in Brazil](#), OECD Publishing, Paris.
- USGS (2023). [Mineral commodity summaries 2023](#).
- World Nuclear Association (2023). [World Uranium Mining Production](#).

## Anexo 2: Listas de minerais estratégicos e críticos

MINERAL	BRASIL			EUA	UNIÃO EUROPEIA		CHINA		
	G1	G2	G3	TODOS	CRÍTICOS	ESTRATÉGICOS	ENERGIA	METÁLICO	NÃO METÁLICO
Alumínio (incluindo bauxita)			✓	✓	✓			✓	
Antimônio				✓	✓			✓	
Arsênio				✓	✓				
Barita				✓	✓				
Berílio				✓	✓				
Bismuto				✓		✓			
Boro/borato						✓			
Carvão de coque					✓				
Césio				✓					
Cobalto		✓		✓		✓		✓	
Cobre		✓	✓						
Cromo				✓				✓	
Disprósio				✓					
Enxofre	✓								
Érbio				✓					
Escândio				✓	✓				
Estanho		✓		✓				✓	
Estrôncio					✓				
Európio				✓					
Feldspato					✓				
Ferro			✓					✓	
Fluorita					✓				✓
Fosfato	✓				✓				✓
Gálio				✓		✓			
Germânio				✓		✓			
Grafite		✓	✓	✓		✓			✓
Grupo da platina		✓		✓		✓			
Háfnio				✓	✓				
Hélio					✓				

continuação

MINERAL	BRASIL			EUA	UNIÃO EUROPEIA		CHINA		
	G1	G2	G3	TODOS	CRÍTICOS	ESTRATÉGICOS	ENERGIA	METÁLICO	NÃO METÁLICO
Hólmio				✓					
Índio				✓					
Írídio				✓					
Ítérbio				✓					
Ítrio				✓					
Lítio		✓		✓		✓		✓	
Lutécio				✓					
Magnésio				✓		✓			
Manganês			✓	✓		✓			
Molibdênio	✓							✓	
Nióbio		✓	✓	✓	✓				
Níquel		✓		✓		✓		✓	
Ouro			✓					✓	
Paládio				✓	✓				
Potássio (potassa)	✓								✓
Ródio				✓					
Rubídio				✓					
Rutênio				✓					
Silício		✓				✓			
Tálio		✓							
Tântalo		✓		✓	✓				
Telúrio				✓					
Térbio				✓					
Terras raras		✓		✓		✓		✓	
Titânio		✓		✓		✓			
Túlio				✓					
Tungstênio		✓		✓		✓		✓	
Urânio		✓	✓				✓		
Vanádio		✓		✓	✓	✓			
Zinco				✓					
Zircônio				✓				✓	

## Anexo 3: Ações recentes do governo até 2021

O governo brasileiro empreendeu várias iniciativas para fortalecer o setor de mineração e minerais, especialmente na área de minerais críticos. Essas iniciativas incluem estes três planos e programas principais:

### PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030

O Plano Nacional de Mineração 2030<sup>189</sup> visa orientar estratégias políticas de médio e longo prazo para o setor mineral, tendo como fundamentos a competitividade, o desenvolvimento sustentável e a inovação. O plano destaca três eixos para a gestão de minerais estratégicos, que incluem minerais dos quais o país depende, minerais cuja demanda global deve se expandir e minerais com os quais o Brasil tem vantagem competitiva. O plano tem como foco a governança pública efetiva, agregando valor aos produtos minerais semimanufaturados e manufaturados e ampliando o conhecimento científico relacionado à sustentabilidade. As ações norteadoras sugeridas no documento incluem a criação de grupos de trabalho para monitorar os bens minerais estratégicos e a articulação interministerial com o setor produtivo para a elaboração de programas de longo prazo voltados aos minerais com futuro.

### PROGRAMA DE MINERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

O Programa de Mineração e Desenvolvimento<sup>190</sup>, previsto no Despacho nº 354 do MME, de 28 de setembro de 2020, tem como objetivo definir a política de minerais de interesse estratégico para o país. O programa tem como objetivo fortalecer as ações de geologia, regulação e desenvolvimento tecnológico e aplicá-las nas cadeias produtivas de metais e minerais para a inovação tecnológica. Também visa promover a adoção de novas tecnologias da indústria 4.0 no setor mineral, estimular a geração de novos produtos e mercados, agregar valor aos bens minerais produzidos no país e incentivar a instalação de fábricas de produtos de alta tecnologia que utilizam recursos minerais.

### PLANO DE AÇÃO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA MINERAIS ESTRATÉGICOS

O Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos<sup>191</sup>, elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCTIC em 2018, traçou os desafios e propôs metas e ações para os minerais identificados no plano PNM 2030. O plano destacou a importância da cooperação internacional e propôs a expansão das parcerias existentes com a Alemanha e a União Europeia para outros países. Além disso, incluiu ações concretas de fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação, como o programa Inova Mineral, que destinou recursos de cerca de R\$ 1,2 bilhão para planos de negócios envolvendo instituições de pesquisa e ensino do setor mineral brasileiro. O programa listou minerais contendo cobalto, grafite, lítio, metais com terras raras, níquel e titânio.

# Anexo 4: Leis, projetos de lei, decretos e legislações relevantes

<p><b><u>Resolução CPPI nº 126, de 10 de junho de 2020</u></b></p>	<p>Opina pela criação e qualificação da Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos "Pró-Minerais Estratégicos", no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos (PPI).</p>
<p><b><u>Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021</u></b></p>	<p>Institui a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos Pró-Minerais Estratégicos, dispõe sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República e institui o Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos.</p>
<p><b><u>Resolução nº 1, de 18 de junho de 2021</u></b></p>	<p>Dispõe sobre o funcionamento do Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos (CTAPME) e sobre a habilitação de projetos de investimento na Política Pró-Minerais Estratégicos.</p>
<p><b><u>Resolução nº 2, de 18 de junho de 2021</u></b></p>	<p>Define a relação de minerais estratégicos para o País, de acordo com os critérios de que trata o art. 2º do Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021.</p>
<p><b><u>PL-571/2022</u></b></p>	<p>Cria condições especiais ao exercício de atividade minerária em caso de interesse à soberania nacional, assim declarado pelo Presidente da República.</p>
<p><b><u>Decreto nº 11.120, de 5 de julho de 2022</u></b></p>	<p>Permite as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e de seus derivados.</p>
<p><b><u>Decreto nº 11.369, de 1 de janeiro de 2023</u></b></p>	<p>Revoga o Decreto nº 10.966, de 11 de fevereiro de 2022, que institui o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Mineração Artesanal e em Pequena Escala e a Comissão Interministerial para o Desenvolvimento da Mineração Artesanal e em Pequena Escala.</p>

# Anexo 5: Notas metodológicas para análises-chave

<p><b>LOCALIZAÇÃO DE DEPÓSITOS MINERAIS CONHECIDOS</b></p>	<p>Usando um <i>shapefile</i> de depósitos minerais conhecidos do <a href="#">Portal GeoSGB</a>, realizamos as seguintes etapas para pré-processar os dados e gerar mapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exportamos o <i>shapefile</i> para o formato CSV com o intuito de facilitar a manipulação e a análise dos dados.</li> <li>2. Criamos quatro campos no arquivo CSV com base no nome dos minerais: “Estratégico”, “Categoria 1”, “Categoria 2” e “Categoria 3”.</li> <li>3. Mesclamos o CSV atualizado e o <i>shapefile</i> original para incorporar esses novos campos ao conjunto de dados geoespaciais.</li> <li>4. Por fim, geramos os mapas utilizados no relatório exibindo seletivamente apenas as jazidas minerais pertencentes a uma categoria específica.</li> </ol>
<p><b>PROCESSOS ATIVOS DE MINERAÇÃO</b></p>	<p>Usamos microdados do <a href="#">Cadastro Mineiro</a> para identificar processos ativos de mineração envolvendo minerais estratégicos.</p> <p>Com base nos nomes dos minerais, criamos quatro variáveis: “Estratégico”, “Categoria 1”, “Categoria 2” e “Categoria 3”. Essas novas variáveis nos permitiram gerar os gráficos incluídos neste estudo.</p>
<p><b>PRODUÇÃO DE MINERAIS BRUTOS E PROCESSADOS</b></p>	<p>Usamos dados do <a href="#">Anuário Mineral Brasileiro</a> para calcular o valor da produção mineral bruta e processada para minerais estratégicos.</p> <p>Com base nos nomes dos minerais, criamos quatro variáveis: “Estratégico”, “Categoria 1”, “Categoria 2” e “Categoria 3”. Essas novas variáveis nos permitiram gerar os gráficos incluídos neste artigo.</p>
<p><b>INVESTIMENTO ESTRANGEIRO EM EMPRESAS BRASILEIRAS DE MINERAÇÃO</b></p>	<p>Para identificar os investimentos estrangeiros no setor de mineração brasileiro com foco em minerais estratégicos, adotamos um processo de três etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtivemos uma lista de todas as empresas com processos de mineração ativos com foco em minerais estratégicos do <a href="#">banco de dados Cadastro Mineiro</a>.</li> <li>2. Cruzamos os cadastros comerciais (CNPJs) dessas empresas com a <a href="#">base de dados de investimento estrangeiro direto do Banco Central do Brasil</a> para identificar quais dessas empresas receberam investimento estrangeiro direto.</li> <li>3. Mesclamos os registros do banco de dados do Banco Central com os dados do Cadastro Mineiro e calculamos o número de empresas de cada país que investiram em empresas brasileiras com processos ativos de mineração relacionados a minerais estratégicos.</li> </ol>
<p><b>GARIMPO A CÉU ABERTO MINERAIS ESTRATÉGICOS</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtivemos <i>shapefiles</i> para: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terras Indígenas homologadas (<a href="#">FUNAI</a>)</li> <li>• Unidades de Conservação (<a href="#">MMA</a>)</li> <li>• Comunidades quilombolas (<a href="#">INCRA</a>)</li> <li>• Minas na Amazônia Legal Brasileira (<a href="#">Amazon Mining Watch</a>)</li> <li>• Processos ativos de mineração (<a href="#">SIGMINE/ANM</a>)</li> </ul> </li> <li>2. Em seguida, analisamos as atividades de garimpo a céu aberto em relação aos depósitos de minerais estratégicos e às terras protegidas.</li> </ol>

# Notas de fim

- 1 O processamento *downstream* refere-se às atividades envolvidas no refino e na preparação de matérias-primas ou minerais extraídos para seu uso final ou forma comercializável. Abrange as etapas seguintes à extração de minerais da terra. O processamento *midstream* refere-se a processos como triagem, classificação e estocagem dos materiais extraídos, bem como seu transporte para instalações de processamento ou centros de distribuição. Também envolve garantir o controle de qualidade e o manuseio adequado dos minerais durante o armazenamento e o trânsito.
- 2 Church, C., & Crawford A. (2018). [Green Conflict Minerals: The Fuels of Conflict in the Transition to a Low-carbon Economy](#). *International Institute for Sustainable Development*.
- 3 Hertwich, E.G., et al. (2015). [Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies](#). *Proc. Natl Acad. Sci.* 112, 6277–6282.
- 4 Banco Mundial (2019). [Climate-Smart Mining: Minerals for Climate Action](#).
- 5 Ibid.
- 6 Ibid.
- 7 Banco Mundial (2020). [Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition](#).
- 8 Ibid.
- 9 Castillo, R., & Purdy, C. (2022). [China's Role in Supplying Critical Minerals for the Global Energy Transition: What Could the Future Hold?](#) Brookings Institution.
- 10 Kowalski, P., & Legendre, C. (2023). [Raw Materials Critical for the Green Transition: Production International Trade and Export Restrictions](#). *OECD*.
- 11 Departamento de Estado dos EUA (2022). [Minerals Security Partnership](#).
- 12 BNamericas (2023). [Miners looking to make Brazil a global powerhouse for the energy transition](#).
- 13 Agência Internacional de Energia [IEA] (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#).
- 14 Serviço Geológico do Brasil (2023) [Recursos Minerais](#); Fundação Nacional dos Povos Indígenas (2023). [Geoprocessamento e Mapas](#).
- 15 Pilch, Olympia (2021). [Defining Criticality - What Makes a Critical Mineral?](#) *Critical Minerals Association*.
- 16 National Resources Ministry (2018). [全国矿产资源规划2016 – 2020年](#)
- 17 Federal Register (2017). [A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals](#).
- 18 Comissão Europeia (2023). [Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report](#).
- 19 Austrália Geoscience (2023). [Critical Minerals at Geoscience Australia](#).
- 20 Canada, S. (2022). [The Canadian Critical Minerals Strategy](#).
- 21 Governo do Reino Unido. (2023). [Resilience for the Future: The UK's Critical Minerals Strategy](#).
- 22 Ministério de Minas e Energia (2021). [Resolução N°2, de 18 de Junho de 2021](#).
- 23 Marini, O.J. (2016). [Brazilian Mineral Potential: An Overview](#). Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira.
- 24 O Brasil possui reservas significativas de silício, principalmente na forma de quartzo, que é a matéria-prima mais amplamente utilizada para produzir silício metálico. Segundo o Serviço Geológico dos EUA (USGS), em 2021, o Brasil tinha cerca de 350 milhões de toneladas de reservas de quartzo, o que representa cerca de 5% das reservas do mineral em todo o mundo.
- 25 A maioria dos principais países produtores de silício possui reservas suficientes em comparação com a demanda. No entanto, não há estimativas específicas disponíveis.
- 26 O mundo possui recursos de tântalo suficientes identificados para atender à demanda futura – principalmente na Austrália, Brasil, Canadá e China.
- 27 O tálio, embora abundante na crosta terrestre em cerca de 0,7 partes por milhão, é encontrado principalmente em minerais de potássio, onde a extração não é comercialmente viável. No entanto, as quantidades-traço de tálio em minérios de sulfeto de cobre, chumbo, zinco e outros metais são suficientes para satisfazer a demanda global.
- 28 Os dados do USGS só contêm estimativas para ilmenita no Brasil, e não para rutilo.
- 29 Guerra, A. (2022). [Brasil pode se posicionar como produtor confiável de minerais críticos, diz diretor da Vale](#). Agência EPBR.
- 30 SGB/CPRM (n.d.). [Caderno I – Conhecimento Geológico](#).
- 31 SGB/CPRM (n.d.). [Caderno I – Conhecimento Geológico](#).
- 32 Bartoletti, T. (2023). [Global Territorialization and Mining Frontiers in Nineteenth-Century Brazil: Capitalist Anxieties and the Circulation of Knowledge between British and Habsburgian Imperial Spaces, ca. 1820–1850](#). *Comparative Studies in Society and History*, 65(1), 81-114.
- 33 Takehara, L., et al. (2015). [Avaliação do potencial de terras raras no Brasil](#). SGB/CPRM.
- 34 Sousa Filho, P.C., Galaço, A.R.B.S., & Serra, O.A. (2019). [Terras Raras: Tabela Periódica, Descobrimeto, Exploração no Brasil e Aplicações](#). *Química Nova* 42 (10).
- 35 Ibid.
- 36 Ibid.
- 37 House, R. (1986). [Brazil's Rare Metals Draw Interest](#). *Washington Post*.
- 38 Ibid.
- 39 Ibid.
- 40 Pilch, O. (2021). [Defining criticality: What makes a critical mineral?](#) *Critical Minerals Association*.

- 41 Sousa Filho, P.C., Galaço, A.R.B.S, & Serra, O.A. (2019). [Terras Raras: Tabela Periódica, Descobrimto, Exploração no Brasil e Aplicações](#). *Química Nova* 42 (10).
- 42 Ibid.
- 43 Ibid.
- 44 Organização Mundial do Comércio (2015). [DS431: China — Measures Related to the Exportation of Rare Earths, Tungsten and Molybdenum](#).
- 45 Hurst, C. (2010). [China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?](#) Institute for the Analysis of Global Security. *Institute for the Analysis of Global Security*.
- 46 Sousa Filho, P.C., Galaço, A.R.B.S, & Serra, O.A. (2019). [Terras Raras: Tabela Periódica, Descobrimto, Exploração no Brasil e Aplicações](#). *Química Nova* 42 (10).
- 47 Milanez, B. (2021). [Notas sobre o licenciamento ambiental de projetos minerais estratégicos](#). *Le Monde Diplomatique*.
- 48 Governo no Brasil (2016). [Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016](#).
- 49 Milanez, B. (2021). [Notas sobre o licenciamento ambiental de projetos minerais estratégicos](#). *Le Monde Diplomatique*.
- 50 Agência Nacional de Mineração (2023). [Cadastro Mineiro](#).
- 51 Embora esteja fora do escopo deste artigo, há potencial para um futuro estudo aprofundado dos processos ativos de mineração para mapear as taxas de aprovação.
- 52 Ministério de Minas e Energia (2022). [Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos \(CTAPME\)](#).
- 53 Presidência da República (2021). [Decreto Nº 10.657, de 24 de Março de 2021](#).
- 54 Comitê Interministerial de Análise de Projetos Minerais Estratégicos [CTAPME] (2021). [Ata da 4a. Reunião Ordinária](#). *Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral*.
- 55 CTAPME (2021). [Ata da 3a Reunião Ordinária](#). *SGM/MME: Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos*.
- 56 Ministério de Minas e Energia (2022). [Relatório Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos – CTAPME](#).
- 57 Sullivan, Z. (2017). [Judge halts excavation plans for largest-ever Brazilian goldmine](#). *Mongabay*.
- 58 Ministério de Minas e Energia (2022). [MME abre consulta pública do Plano Nacional de Mineração 2050](#).
- 59 BNamericas (2022). [What's included in Brazil's 2050 mining plan?](#)
- 60 Angelo, M. (2022). ['Proposta bomba' do Novo Código de Mineração deve ampliar impactos socioambientais](#). *Observatório da Mineração*.
- 61 Ministério de Minas e Energia (2022). MME celebra acordos de cooperação para o desenvolvimento de ações para o setor mineral.
- 62 SGB/CPRM (s.d.). [Caderno I – Conhecimento Geológico](#).
- 63 Confederação Nacional da Indústria [CNI] (2018). [Circular Economy Opportunities and Challenges for the Brazilian Industry](#).
- 64 Resposta por e-mail do EITRaw, Laurence Lamm, 27 de fevereiro de 2023.
- 65 Chiappini, G. (2023). ENTREVISTA: Governo vai lançar plano para agilizar exploração de minerais estratégicos. EPBR.
- 66 dos Santos, Rodrigo César de Vasconcelos (2021). [Contribuição do setor mineral no Produto interno bruto brasileiro](#). *Radar*(65), 33-36.
- 67 Cushing, O. et al. (2012). [Mining in Brazil](#). *Global Business Reports*.
- 68 Agência Nacional de Mineração (2023). [Anuário Mineral Brasileiro](#).
- 69 As seguintes commodities críticas da Categoria 2 estão incluídas neste total: cobalto, cobre, estanho, grafite, monazita e terras raras, nióbio, níquel, grupo da platina, tântalo, titânio, tungstênio, urânio e outros radioativos, ou vanádio.
- 70 Agência Nacional de Mineração (2023). [Anuário Mineral Brasileiro](#).
- 71 BNamericas. (2023). [Miners looking to make Brazil a global powerhouse for the energy transition](#).
- 72 Eduarda Portela, M. (2023). [Petrobras muda organograma e cria Diretoria de Transição Energética](#). *Metrópoles*.
- 73 World Bank (n.d.). [Ease of Doing Business Ranking](#).
- 74 Yunis, J., & Aliakbari, E. (2021). [Annual Survey of Mining Companies, 2021](#). *Fraser Institute*.
- 75 Wilson Towers Watson (2023). [Political Risk Index](#).
- 76 Entrevista com Lília Mascarenhas, secretária de Geologia, Mineração e Transformação do MME
- 77 Viscidi, L., & Phillips, S. (2021). [Energy and Mining in the Amazon](#). *The Dialogue*.
- 78 Ibid.
- 79 Agência Internacional de Energia (2022). [Global average lead times from discovery to production, 2010-2019 – Charts – Data & Statistics](#).
- 80 Husar, J., Bernal, A., & Bracht, J. (2023). [Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition – Analysis](#). *International Energy Agency*.
- 81 MINING.COM (2022). [Mining Intelligence: World's top iron ore producer](#).
- 82 USGS (2023). [Mineral commodity summaries 2023](#).
- 83 Vale (n.d.). [Shareholder Structure - ESG - Vale](#).
- 84 Simply Wall St (2023). [Institutional owners may take dramatic actions as Anglo-American plc's \(LON: AAL\) recent 5.1% drop adds to one-year losses](#).
- 85 CSN Mineração (n.d.). [Ownership Breakdown](#).
- 86 Kinross Brasil (s.d.). [Presença no mundo](#).
- 87 Usiminas (s.d.). [Mineração Usiminas](#).
- 88 Laurence, F. (2023). [Ternium compra participação da Nippon Steel na Usiminas por R\\$ 686,6 milhões](#). *Valor Econômico*.

- 89 Araujo, G. (2022). [Brazil's Vale signs long-term deal to supply Tesla with nickel](#). *Reuters*.
- 90 Durao, M., & Deaux, J. (2022). [Vale to Separate Base Metals Business and Sell Stake by Mid-2023](#). *Bloomberg*.
- 91 Anglo American (2023). <https://twitter.com/AngloAmericanZA/status/1622517590852517888>. *Twitter*.
- 92 Resource World (2023). [Anglo American takes 9.9% stake in Canada Nickel](#).
- 93 Reuters (2023). [Sigma Lithium to start production 'within days' after Brazilian approval](#).
- 94 AMG (n.d.). [AMG Lithium - AMG Corporate](#).
- 95 de Castro Neves, L.A., & Cariello, T. (2022). [China's Growing Presence in Brazil and Latin America](#). *China and Globalization*, 73–87.
- 96 Vasquez, P. I., Humphreys, D., & Bastida, A.E. (2018). [China's engagement in the mineral sector in Latin America: Lessons learned and opportunities for international cooperation](#). In *China's engagement in the mineral sector in Latin America: Lessons learned and opportunities for international cooperation* (pp. 1-15).
- 97 Lian, R., & Thomas D. (2011). [China Baosteel group buys \\$1.95 bln stake in Brazil CBMM](#). *Reuters*.
- 98 DFC (n.d.). [Sourcing critical minerals to support the global clean energy transition](#).
- 99 Agência Nacional de Mineração (2023). [Comércio exterior do setor mineral](#).
- 100 Ibid.
- 101 Ibid.
- 102 Ibid.
- 103 Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE] (2022). [Security of Supply for Critical Raw Materials Vulnerabilities and Areas for G7 Coordination](#).
- 104 Comissão Europeia (2023). [Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future](#).
- 105 União Europeia (s.d.). [EU-Latin America Mineral Development Network Platform](#).
- 106 Niranjani, A. (2023). [EU to invest €45bn in Latin America and Caribbean](#). *The Guardian*.
- 107 Brzozowski, A. (2022). [EU says 'fully committed' to Mercosur deal as region comes into focus](#). *EURACTIV*.
- 108 Kyllmann, C. (2023). [German chancellor Scholz wants to secure critical raw materials from South America](#). *Clean Energy Wire*.
- 109 Paixão, M. (2023). [América Latina não pode silenciar sobre Guerra da Ucrânia, diz ministra alemã](#). *Folha de São Paulo*.
- 110 Ministério de Minas e Energia (2023). [Alexandre Silveira avança em acordos nas áreas de energia e minerais críticos durante reunião com ministro português](#).
- 111 U.S. Embassy & Consulates in Brazil (2020). [Joint Statement on the Establishment of the U.S.-Brazil Critical Minerals Working Group](#).
- 112 Departamento de Estado dos EUA (2022). [Minerals Security Partnership Convening Supports Robust Supply Chains for Clean Energy Technologies](#).
- 113 Paraguassu, L. (2022). [EUA querem investir no Brasil para extração de minerais críticos](#). *Reuters*.
- 114 Trost, J.N., & Dunn, J.B. (2023). [Assessing the feasibility of the Inflation Reduction Act's EV critical mineral targets](#). *Nature Sustainability*.
- 115 Reuters (2023). [China to consolidate, boost domestic strategic resources bases - state media](#).
- 116 China Briefing (2021). [China's Negative List for Foreign Investment Access](#).
- 117 PRC (2021). [Plan to drive high-quality development in resource-rich regions announced](#).
- 118 Ministério das Relações Exteriores (2023). [Acordos assinados pelo setor privado e por entes públicos brasileiros por ocasião da visita do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva à República Popular da China](#).
- 119 Vale (2023). [Vale announces seven agreements in China to strengthen its strategic agenda and its relationship with the country](#).
- 120 Ministério das Relações Exteriores (2023). [Acordos assinados pelo setor privado e por entes públicos brasileiros por ocasião da visita do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva à República Popular da China](#).
- 121 Conselho Empresarial Brasil China (n.d.). [Estudo Inédito – Investimentos chineses no Brasil \(2021\)](#).
- 122 Kwok, D. (2017). [China Merchants Port to buy 90 pct of Brazilian port operator for \\$924 mln](#). *Reuters*.
- 123 Ministério das Relações Exteriores (2023). [Acordos assinados pelo setor privado e por entes públicos brasileiros por ocasião da visita do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva à República Popular da China](#).
- 124 XI CAMMA (2019). [Declaration: XI Mines Ministries of the Americas Conference](#).
- 125 Taquiri, J., & Ruete, M. (2021). [Three Emerging Policy Trends for Critical Minerals in Latin America](#). *Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development*.
- 126 Jamasmie, C. (2023). [South America looks at creating "lithium OPEC"](#). *Mining.com*.
- 127 Ibid.
- 128 Kissin, E. (2023). [FDI round-up: Bolivia picks China for lithium job, Amazon invests \\$35bn in Virginia, Polymetal eyes Kazakh listing, Masdar doubles down on Africa](#). *fDi Intelligence*.
- 129 Villegas, A., & Scheyder, E. (2023). [Chile plans to nationalize its vast lithium industry](#). *Reuters*.
- 130 Heine, J. (2023). [Non-Alignment is Back in the Global South, Albeit in a Different Incarnation](#). *Boston University Global Development Policy Center*.
- 131 Adamas Intelligence (2022). [Rare Earth Magnet Market Outlook to 2035](#).
- 132 Ibid.
- 133 The Business Research Company (2023). [Rare Earth Metals Global Market Report](#).
- 134 The Business Research Company (2023). [Crude Oil Market Size, Trends and Global Forecast To 2032](#).

- 135 The Business Research Company (2023). [Iron Ore Global Market Report](#).
- 136 Kalantzakos, S. (2020). [The Race for Critical Minerals in an Era of Geopolitical Realignment](#). *The International Spectator*, 55(3), 1-16.
- 137 Michot Foss, M., & Koelsch, J. (2022). [Of Chinese Behemoths: What China's Rare Earths Dominance Means for the US](#). *Center for Energy Studies*.
- 138 IEA (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#).
- 139 Andreoni, A., & Roberts, S. (2022). [Geopolitics of Critical Minerals in Renewable Energy Supply Chains](#). *The African Climate Foundation*.
- 140 Silva, G.F., Cunha, I.A., & Costa, I.S.L. (Orgs.) (2023). [An overview of Critical Minerals Potential of Brazil](#). SGB/CPRM.
- 141 Ibid.
- 142 Ibid.
- 143 Ibid.
- 144 Ibid.
- 145 Banco Central do Brasil (2023). [Registros Declaratórios de Investimento Estrangeiro Direto](#);
- 146 A escavação “greenfield” é uma atividades de mineração realizada em locais anteriormente não desenvolvidos ou inexplorados.
- 147 Martins, C. (2014). [Minerais estratégicos e terras raras](#). *Centro de Estudos e Debates Estratégicos – CEDES*.
- 148 Silva, G.F., Cunha, I.A., & Costa, I.S.L. (Orgs.) (2023). [An overview of Critical Minerals Potential of Brazil](#). SGB/CPRM.
- 149 Ibid.
- 150 Sales Pereira de Souza, A. C., Nascimento, M., & Giese, E. C. (2019). [Desafios para a extração sustentável de minérios portadores de terras raras](#). *HOLOS 1*, 1-23.
- 151 Mineração Serra Verde (2023). [Serra Verde, a Denham Capital portfolio company, announces investment by Vision Blue Resources and The Energy & Minerals Group as well as appointment of new leadership team](#).
- 152 LabFabITR (s.d). [Sobre](#).
- 153 Entrevista com Pedro Junior, LabFabITR, 6 February 2023.
- 154 Roscoe Postle Associates Ltd (2017). [Morro de Ferro Project Summary](#).
- 155 Lèbre, É., et al. (2020). [The social and environmental complexities of extracting energy transition metals](#). *Nature Communications*, 11(1), p.4823.
- 156 Categorias baseadas em Lèbre, É. et al. (2020). [The social and environmental complexities of extracting energy transition metals](#). *Nature Communications*, 11(1), p.4823.
- 157 Briffa, J., Sinagra E., & Blundell, R. (2020). [Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans](#). *Heliyon* 6(9).
- 158 IEA (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#).
- 159 Esdaile, L.J., & Chalker, J.M. (2018). [The Mercury Problem in Artisanal and Small-Scale Gold Mining](#). *Chemistry* 24(27). p. 6905-6916.
- 160 Science Panel for the Amazon (2021). [Amazon Assessment Report 2021: Drivers and Ecological Impacts of Deforestation and Forest Degradation](#).
- 161 International Institute for Environment and Development (2002). [Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development](#).
- 162 Silva, J.M.P. et al. (2017). [Conflitos pelo Uso do Território na Amazônia Mineral](#). *Mercator* 16.
- 163 Mancini, L., & Sala, S. (2018). [Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks](#). *Resources Policy* 57. p. 98-111.
- 164 Agência Nacional de Mineração (2023). [Sistema de Informações Geográficas da Mineração \(SIGMINE\)](#); Fundação Nacional dos Povos Indígenas [FUNAI] (2023). [Geoprocessamento e Mapas](#); Ministério do Meio Ambiente [MMA] (2023). [Unidades de Conservação](#); Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária [INCRA] (2023). [Áreas de Quilombolas](#).
- 165 Siqueira-Gay, J., et al. (2022). [Strategic planning to mitigate mining impacts on protected areas in the Brazilian Amazon](#). *Nature Sustainability*, pp.1-8.
- 166 Sonter, L.J., et al. (2017). [Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon](#). *Nature Communications*, 8(1), p.1013.
- 167 Agência Nacional de Mineração (s.d.). [Arrecadação](#).
- 168 Angelo, M. (2022b). [Na garganta do futuro: no Maranhão, trens da Vale prometem desenvolvimento e entregam um rastro de violações de direitos](#). *Observatório da Mineração*.
- 169 Agência Nacional de Mineração (n.d.). [Mais de mil municípios recebem R\\$ 318 milhões por abrigarem estruturas de mineração](#).
- 170 Bernal, A., Husar, J., & Bracht, J. (2023). [Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition](#). *International Energy Agency*.
- 171 Brazilian Mining Conflicts Observatory (2021). [Mining Conflicts in Brazil 2020](#).
- 172 Transparencia Internacional Brasil (2023). [Governo federal envia Acordo de Escazú para o Congresso](#).
- 173 Exemplo: Urzedo, D., & Chatterjee, P., 2021. [The colonial reproduction of deforestation in the Brazilian Amazon: Violence against indigenous peoples for land development](#). *Journal of Genocide Research*, 23(2), pp.302-324.
- 174 Pereira, L., & Pucci, R. (2022). [A Tale of Gold and Blood: The Consequences of Market Deregulation on Local Violence](#). *Inspere – Instituto de Ensino e Pesquisa*.
- 175 Berg, R. (2022). [Conflito para a Amazônia: Novas Fronteiras na Paisagem do Crime Organizado no Brasil](#). *Dialogo Americas*.
- 176 Gonçalves, E., & Ribeiro, A. (2021). [‘Nós é a guerra’: Crime organizado avança sobre os garimpos ilegais da Amazônia](#). *O Globo*.
- 177 Souza, L. E., et al. (2022). [Violence and illegal deforestation: the crimes of “environmental militias” in the Amazon Forest](#). *Capitalism Nature Socialism*, 33(2), 5-25.
- 178 Transparencia Internacional (2021). [Governança fundiária frágil, fraude e corrupção: um terreno fértil para a grilagem de terras](#).

- 179 Mendes, K. (2023). [Violence escalates in Amazonian communities' land conflict with Brazil palm oil firm](#). *Mongabay*.
- 180 Human Rights Watch (2019). [Rainforest Mafias | How Violence and Impunity Fuel Deforestation in Brazil's Amazon](#).
- 181 Os dados do Amazon Mining Watch usados nas figuras 20 e 21 se referem ao ano de 2021 e não fazem distinção entre atividades legais ou ilegais de garimpo a céu aberto.
- 182 Ministério Público Federal (2020). [Mineração ilegal de ouro na Amazônia: marcos jurídicos e questões controversas](#).
- 183 Rodrigues, L. (2021). [Brasil exporta ouro ilegal](#). *Instituto Escolhas*.
- 184 Durao M., & Attwood J. (2023). [Illegal Amazon Miners Are Expanding Into Copper as Prices Surge](#). *Bloomberg*.
- 185 Ionova, A. (2019). [Illegal tin mining leaves trail of ruin in protected Brazilian rainforest](#). *Mongabay*.
- 186 Reuters (2020). [Brazil seizes 70,000 tons of illegally mined manganese](#).
- 187 Gómez-Upegui, S. (2021). [The Amazon rainforest's most dogged defenders are in peril](#). *Vox*.
- 188 Klingner, J. M. (2018). *Rare earth frontiers: From terrestrial subsoils to lunar landscapes*. Cornell University Press.
- 189 Ministério de Minas e Energia (2011). [Plano Nacional de Mineração 2030](#).
- 190 Ministério de Minas e Energia (2020). [Programa Mineração e Desenvolvimento: Plano de Metas e Ações 2020/2023](#).
- 191 Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2018). [Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos 2018-2022](#).

## Pesquisa

**Nicholas Pope**

Consultor do Instituto Igarapé

**Peter Smith**

Pesquisador

**Rodrigo Werneck**

Desenvolvedor de Software

**Andreia Bonzo Araújo Azevedo**

Diretora Associada Jurídico

**Iлона Szabó de Carvalho**

Co-Fundadora e Presidente

**Mac Margolis**

Jornalista

**Melina Risso**

Diretora de Pesquisa

**Robert Muggah**

Diretor de Inovação

## Equipe de Comunicação

**Eliane Azevedo**

Gerente de Comunicação

**Ana Carolina Duccini**

Coordenadora de Comunicação Institucional

**Débora Chaves**

Editora de Publicações

**Raphael Durão**

Coordenador Criativo

**Murilo Xavier Lima**

Designer Gráfico



# INSTITUTO IGARAPÉ

a think and do tank

O Instituto Igarapé é um think and do tank independente, que desenvolve pesquisas, soluções e parcerias com o objetivo de impactar tanto políticas como práticas públicas e corporativas na superação dos principais desafios globais. Nossa missão é contribuir para a segurança pública, digital e climática no Brasil e no mundo. O Igarapé é uma instituição sem fins lucrativos e apartidária, com sede no Rio de Janeiro e atuação do nível local ao global.

## **Instituto Igarapé**

Rio de Janeiro - RJ - Brazil  
Tel/Fax: +55 (21) 3496-2114  
[contato@igarape.org.br](mailto:contato@igarape.org.br)  
[facebook.com/institutoigarape](https://facebook.com/institutoigarape)  
[twitter.com/igarape\\_org](https://twitter.com/igarape_org)  
[instagram.com/igarape\\_org](https://instagram.com/igarape_org)

**[igarape.org.br](http://igarape.org.br)**

[igarape.org.br](http://igarape.org.br)



**INSTITUTO IGARAPÉ**  
a think and do tank