

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC BRUNO GUIMARÃES

OS RECURSOS ENERGÉTICOS NA GEOPOLÍTICA DOS ESTADOS
Inserção do Brasil no Mercado de Metais Críticos Estratégicos:
Uma Análise Comparativa com a Política Chinesa (2000–2025)

Rio de Janeiro

2025

CC BRUNO GUIMARÃES

OS RECURSOS ENERGÉTICOS NA GEOPOLÍTICA DOS ESTADOS
Inserção do Brasil no Mercado de Metais Críticos Estratégicos:
Uma Análise Comparativa com a Política Chinesa (2000–2025)

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CMG (RM-1) Alexandre
Fontoura de Oliveira

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2025

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

DEDICATÓRIA

A Deus, por me conceder forças nos momentos de incerteza, luz nas decisões difíceis e propósito ao longo desta jornada.

À minha esposa Tatiana, pelo amor, pela paciência e pelo apoio incondicional, mesmo nos dias em que a ausência foi inevitável.

Às minhas filhas Giulia e Isabella, fonte constante de inspiração, alegria e sentido. Que este esforço seja um exemplo do valor da dedicação e do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao CMG (RM-1) Fontoura, orientador desta dissertação, pelos diversos insights durante nossas conversas. Eles foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho. O seu trato franco e solícito foi valioso ao longo do caminho.

USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM!

A todos os amigos da Turma C-EMOS/2025, muito obrigado pelo carinho dispensado à minha pessoa.

“A competição por minerais estratégicos não é apenas uma disputa econômica, mas uma luta por influência geopolítica e governança tecnológica global.”
— Sophia Kalantzakos, *China and the Geopolitics of Rare Earths* (2017)

RESUMO

A dissertação analisa a crescente importância dos minerais críticos e estratégicos (MCEs) — como lítio, terras raras e cobalto, essenciais para tecnologias verdes e digitais — na geopolítica contemporânea. Por meio de uma abordagem teórica integrada no realismo geopolítico, segurança de recursos e governança ambiental, investiga-se o potencial do Brasil nesse mercado estratégico no período de 2000 a 2025, marcado pela aceleração da demanda global por esses minerais, identificando principais obstáculos como infraestrutura precária, marcos regulatórios inadequados e defasagem tecnológica à sua consolidação como ator estratégico global. Comparando com a experiência chinesa de desenvolvimento de políticas industriais e tecnológicas para MCEs, o estudo evidencia a ausência de uma estratégia nacional articulada no Brasil e propõe diretrizes concretas, incluindo modernização regulatória e incentivos à pesquisa mineral para fortalecer sua inserção nas cadeias globais de valor dos MCEs. Conclui que transformar recursos em poder geopolítico requer decisões políticas de longo prazo e articulação institucional efetiva.

Palavras-chave: Minerais Críticos Estratégicos. Geopolítica. Brasil. China. Transição Energética.

ABSTRACT

Brazil's Insertion into the Strategic Critical Metals Market: A Comparative Analysis with Chinese Policy (2000–2025)

This dissertation analyzes the growing importance of critical and strategic minerals (CSMs) — such as lithium, rare earths, and cobalt, essential for green and digital technologies — in contemporary geopolitics. Using a theoretical approach integrated with geopolitical realism, resource security, and environmental governance, it investigates Brazil's potential in this strategic market from 2000 to 2025, marked by accelerating global demand for these minerals. It identifies key obstacles, such as precarious infrastructure, inadequate regulatory frameworks, and technological lag, to its consolidation as a global strategic player. Comparing with China's experience in developing industrial and technological policies for CSMs, the study highlights the lack of a coordinated national strategy in Brazil and proposes concrete guidelines, including regulatory modernization and incentives for mineral research, to strengthen its insertion in global CSM value chains. It concludes that transforming resources into geopolitical power requires long-term political decisions and effective institutional coordination.

Keywords: Critical and Strategic Minerals. Geopolitics. Brazil. China. Energy Transition.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	- Avaliação de Impacto Ambiental
ANM	- Agência Nacional de Mineração
ASM	- <i>Artisanal and Small-Scale</i>
CBL	- Companhia Brasileira de Lítio
CBMM	- Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
CMCE	- Comitê de Minerais Críticos e Estratégicos
CTAPME	- Comitê Interministerial de Análise de Projetos Minerais Estratégicos
ESG	- <i>Environmental, Social and Governance</i> - Ambiental, Social e Governança
ETR	- Elementos de Terras Raras
EUA	- Estados Unidos da América
IEA	- <i>International Energy Agency</i>
IRA	- <i>Inflation Reduction Act</i>
LAC	- Licença por Adesão e Compromisso
LAE	- Licença Ambiental Especial
LCT	- Lítio-Césio-Tântalo
LGLA	- Lei Geral de Licenciamento Ambiental
LME	- <i>London Metal Exchange</i>
MCE	- Minerais Críticos e Estratégicos
MME	- Ministério de Minas e Energia
OIT	- Organização Internacional do Trabalho
ONU	- Organização das Nações Unidas
PDE	- Plano Decenal de Expansão de Energia 2034
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
PL	- Projeto de Lei
PMD	- Programa Mineração e Desenvolvimento
PNM	- Plano Nacional de Mineração
PNTE	- Política Nacional de Transição Energética
RCEP	- Parceria Regional Econômica Abrangente
RPC	- República Popular da China
SGB	- Serviço Geológico do Brasil

LISTA DE SÍMBOLOS

5G	Tecnologia Móvel de Quinta Geração
GWh	Gigawatts-hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	O REALISMO GEOPOLÍTICO E A LÓGICA DE PODER NOS RECURSOS NATURAIS.....	14
2.2	SEGURANÇA DE RECURSOS E NACIONALISMO DE RECURSOS....	17
2.3	GOVERNANÇA AMBIENTAL, GLOBAL E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.....	20
2.4	CONCLUSÃO PARCIAL	22
3	O BRASIL E A DISPUTA POR MINERAIS CRÍTICOS ESTRATÉGICOS.....	24
3.1	PANORAMA NACIONAL DOS MINERAIS CRÍTICOS ESTRATÉGICOS.....	25
3.2	REGULAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS.....	28
3.3	DIFICULDADES ESTRUTURAIS E INSTITUCIONAIS.....	31
3.4	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	33
4	POLÍTICAS NACIONAIS E INSERÇÃO GLOBAL: A COMPARAÇÃO BRASIL-CHINA NOS METAIS CRÍTICOS (2000-2025).....	34
4.1	A POLÍTICA CHINESA PARA OS METAIS CRÍTICOS.....	35
4.2	COMPARAÇÃO BRASIL-CHINA: POLÍTICAS, CAPACIDADE E RESULTADOS.....	39
4.2.1	Presença geológica e capacidade de produção.....	38
4.2.2	Infraestrutura logística e industrial.....	40
4.2.3	Políticas governamentais e incentivos.....	42
4.2.4	Inserção nas cadeias globais de suprimentos.....	44
4.2.5	Regulação ambiental e riscos sociais.....	45
4.3	CONCLUSÃO PARCIAL.....	45
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A transição energética e a revolução digital em curso têm redefinido os fundamentos da geopolítica contemporânea. A crescente dependência de tecnologias de baixo carbono, armazenamento de energia e sistemas automatizados elevou a centralidade dos minerais críticos e estratégicos (MCEs)¹ como ativos geoeconômicos e instrumentos de poder estatal. Minerais como lítio, cobalto, níquel e terras raras (ETRs)² deixaram de ser meros insumos industriais e passaram a integrar as políticas de segurança nacional e política externa de diversas potências. Nesse novo cenário, o controle sobre cadeias de suprimento de MCEs tornou-se um elemento-chave de competição interestatal, reposicionando países e reordenando fluxos de poder global (IEA, 2021).

Apesar de sua dotação geológica excepcional, o Brasil permanece em posição periférica nesse tabuleiro. Mesmo possuindo reservas expressivas de diversos MCEs e potencial reconhecido para integrar as novas cadeias produtivas globais, o país ainda opera de forma predominantemente primário-exportadora, com baixa agregação de valor e fragilidades logísticas, regulatórias e tecnológicas. A hesitação em articular uma política mineral de longo prazo, a debilidade institucional da Agência Nacional de Mineração (ANM) e a ausência de coordenação interministerial efetiva limitaram sua inserção estratégica no período entre 2000 e 2025 (Igarapé, 2023). Nesse contexto, o país corre o risco de repetir o ciclo histórico de dependência: exportar o futuro em forma de commodities e importar tecnologia, valor agregado e dependência geopolítica.

O contraste com a trajetória chinesa é elucidativo. A partir dos anos 2000, a República Popular da China (RPC) estruturou uma política mineral abrangente, baseada em planejamento estatal e sustentada por investimentos em refino, pesquisa e desenvolvimento (P&D), controle normativo sobre padrões técnicos globais e integração diplomática. Sua atuação nas cadeias de MCEs expressa não apenas

¹ Minerais críticos e estratégicos são recursos minerais essenciais para a economia e segurança de um país, especialmente em setores como tecnologia, defesa e transição energética. Minerais críticos são aqueles com risco de oferta devido à escassez ou dependência de poucos fornecedores. Minerais estratégicos, por sua vez, são aqueles considerados vitais para a economia e segurança nacional, podendo ser importantes para setores como defesa, tecnologia e transição para energias limpas

² Terras raras são um grupo de 17 elementos químicos, conhecidos por suas propriedades únicas e aplicação em diversas tecnologias de ponta, como eletrônicos, energias renováveis e equipamentos militares. Apesar do nome, não são tão raros na natureza, mas sua extração e separação são complexas e custosas.

ambição econômica, mas uma concepção estratégica de autonomia tecnológica, segurança energética e projeção de poder (República Popular da China, 2023). Em contraposição, a abordagem brasileira no setor mineral tem se caracterizado pela hesitação em articular autonomia produtiva e regulação soberana sobre recursos críticos estratégicas, resultando em custos geopolíticos crescentes para o país. Este estudo busca responder à seguinte questão central: quais são os principais entraves geopolíticos, estruturais e institucionais que limitam o Brasil de consolidar-se como um ator relevante no mercado global de MCEs, especialmente quando comparado às políticas adotadas pela RPC? Para respondê-la, adota-se uma abordagem qualitativa e comparativa, fundamentada em três perspectivas teóricas complementares: (i) o realismo geopolítico, (ii) a segurança e o nacionalismo de recursos; e (iii) a governança ambiental e a transição energética.

Com base nessa estrutura analítica, esta dissertação busca avaliar o potencial estratégico do Brasil, mapear os obstáculos à sua inserção internacional no setor de MCEs, e identificar lições derivadas da experiência chinesa no período de 2000 a 2025. A proposta não é reproduzir modelos exógenos, mas oferecer uma análise crítica sobre as escolhas nacionais, confrontando a hesitação do Brasil com as exigências de um mundo em transição acelerada.

Esta dissertação está estruturada em três capítulos, além desta introdução e conclusão. O Capítulo 2 desenvolve o referencial teórico com base em três abordagens complementares: o realismo geopolítico, que interpreta os MCEs como instrumentos de poder em um sistema internacional competitivo (Mearsheimer, 2001); a segurança e o nacionalismo de recursos, que destacam o controle de cadeias como questão de soberania (Klare, 2001; Humphreys, 2019); e a governança ambiental e a transição energética, que analisam os desafios regulatórios e sociais associados à exploração mineral no século XXI (ONU, 2024).

O Capítulo 3 analisa o caso brasileiro, avaliando seu potencial geológico, os entraves estruturais e institucionais à agregação de valor e as iniciativas recentes de inserção internacional no campo dos minerais críticos. O Capítulo 4 realiza uma análise comparativa com a trajetória da China entre 2000 e 2025, destacando os elementos de planejamento estatal, inovação tecnológica, domínio produtivo e projeção estratégica. Por fim, na conclusão, são apresentados os principais achados da pesquisa, bem como diretrizes estratégicas para que o Brasil possa superar sua

condição periférica e afirmar sua presença nas cadeias globais de valor associadas à transição energética.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme mencionado na introdução, o referencial teórico desta dissertação fundamenta-se em três vertentes: o realismo geopolítico, a segurança e o nacionalismo de recursos, e a governança ambiental em sua relação com a transição energética. Por meio de uma abordagem holística, busca-se interpretar a disputa global pelos metais críticos, com foco na reconfiguração das cadeias produtivas, na rivalidade entre grandes potências e no posicionamento do Brasil nesse cenário. A integração dessas correntes teóricas oferece um arcabouço para compreender as dinâmicas de poder, os desafios da soberania e os mecanismos de coordenação internacional relacionados a recursos estratégicos.

2.1 O REALISMO GEOPOLÍTICO E A LÓGICA DE PODER NOS RECURSOS NATURAIS

O realismo geopolítico é uma das tradições mais influentes das Relações Internacionais. Essa corrente teórica sustenta que os Estados operam em um sistema internacional anárquico, sem uma autoridade central capaz de garantir sua segurança. Nesse cenário, os Estados comportam-se como unidades racionais que buscam sua sobrevivência através da maximização de seu poder relativo. Como resultado, a competição por recursos estratégicos e o controle de cadeias de suprimentos críticas tornam-se instrumentos fundamentais para projetar poder e preservar a soberania nacional.

A formulação mais sistemática e radical dessa visão encontra-se na teoria do realismo ofensivo de John Mearsheimer. Em *The Tragedy of Great Power Politics* (2001, p.12, tradução nossa), o autor delinea seis perguntas fundamentais que explicam o comportamento das grandes potências:

1. Por que as grandes potências buscam poder?
2. Quanto poder os Estados desejam?
3. O que é poder?
4. Quais estratégias os Estados adotam para ganhar poder ou mantê-lo quando outra grande potência ameaça perturbar o equilíbrio de poder?
5. Quais são as causas da guerra?

6. Em que situações as grandes potências ameaçadas se equilibram contra um adversário perigoso, e quando optam por transferir essa responsabilidade a outro Estado ameaçado?³

Sobre as Premissas do Realismo Ofensivo de Mearsheimer e o Comportamento Competitivo dos Estados, assim discorre o autor:

[...] Nenhuma dessas suposições sozinhas exige que os Estados se comportem competitivamente. Tomadas em conjunto, no entanto, elas retratam um mundo no qual os Estados têm motivos consideráveis para pensar e, às vezes, se comportar agressivamente. Em particular, o sistema encoraja os estados a procurar oportunidades para maximizar seu poder em relação a outros Estados (Mearsheimer, 2001, p. 29, tradução nossa)

Os Estados enfrentam três desafios fundamentais no sistema internacional: a impossibilidade de prever com certeza as intenções futuras de outros Estados, a existência de capacidades militares ofensivas, e a ausência de uma autoridade superior que regule suas relações. Essa combinação de fatores impõe aos Estados uma necessidade de agir de forma preventiva e assertiva.

Nesse contexto, a busca pela hegemonia regional emerge não apenas como uma escolha estratégica, mas como uma condição necessária para garantir a sobrevivência no longo prazo.

Baseado nos entendimentos de Mersheimer (2001, p.3), um sistema internacional é formado quando a busca por poder se torna uma necessidade compulsória e a desconfiança mútua se estabelece como o princípio básico que orienta as relações entre os Estados.

O controle de recursos estratégicos representa um dos aspectos mais concretos da maximização de poder, conforme previsto pela teoria do realismo ofensivo. A posse ou o domínio sobre matérias-primas essenciais, especialmente os MCEs que incluem as ETRs, vai além de seu valor puramente econômico. Estes recursos se configuram como ativos geopolíticos fundamentais, tanto para a segurança nacional quanto para a projeção de influência no sistema internacional.

Na mesma linha de pensamento, Robert Gilpin argumenta que a estabilidade ou transformação da ordem internacional decorre da distribuição de poder entre os Estados e de suas respectivas capacidades de manter ou contestar essa estrutura. Ele alega que “a mais importante consequência de uma guerra hegemônica é que ela muda o sistema de acordo com a nova distribuição internacional de poder; ela provoca

³ Do original: *when do threatened great powers balance against a dangerous adversary and when do they attempt to pass the buck to another threatened state?* (Mearsheimer, 2001, p. 13, tradução nossa)

uma reordenação dos componentes básicos do sistema” (Gilpin, 1981, p. 198, tradução nossa).

Nesse sentido, o acesso privilegiado a recursos críticos pode acelerar o deslocamento da balança de poder, especialmente quando tais recursos são indispensáveis para setores estratégicos como energia, defesa e tecnologia de ponta. De acordo com Gilpin, ao longo da história, o principal mecanismo para resolver o desequilíbrio entre a estrutura institucional do sistema e a nova distribuição de poder foi a guerra. Conforme destaca em sua obra *War and Change in World Politics* “[...] o principal meio de resolver o desequilíbrio entre a estrutura do sistema internacional e a redistribuição do poder tem sido a guerra, mais particularmente, o que chamaremos de guerra hegemônica” (Gilpin, 1981, p. 197, tradução nossa).

Assim, a dinâmica global de poder é influenciada tanto pela acumulação de recursos estratégicos por potências emergentes, como a China, quanto pelos esforços de potências estabelecidas, como os Estados Unidos da América (EUA), para manterem sua posição dominante. Essas ações recalibram as forças do sistema internacional. Um exemplo recente dessa dinâmica pode ser observado nas ordens executivas emitidas pela administração Donald John Trump em janeiro de 2025. Sob a justificativa de uma "emergência energética nacional", estas medidas buscam três objetivos principais: aumentar a produção doméstica de combustíveis fósseis e minerais estratégicos, suspender regulamentações ambientais e interromper investimentos em energias renováveis (Jenks; Dewey, 2025, p.1-4). O controle de recursos naturais vai além da política econômica. Quando países justificam medidas restritivas como essenciais à segurança nacional, demonstram que esse controle é fundamental para suas estratégias de contenção, sobrevivência e projeção de poder. Tal comportamento alinha-se precisamente com as previsões da teoria do realismo ofensivo nas relações internacionais.

A ascensão da China como potência econômica e tecnológica, aliada ao seu domínio quase monopolístico sobre as ETRs pode ser interpretada como uma manifestação contemporânea da lógica proposta por Gilpin. Quando um Estado em ascensão adquire capacidade desproporcional em setores estratégicos, como o dos minerais críticos, desequilibra a estrutura da ordem internacional e desafia a hegemonia vigente. O uso estratégico dessas substâncias se traduziu em políticas ativas de restrição de exportações, incentivo à produção interna e investimentos

estatais em tecnologias avançadas, o que gerou reações defensivas por parte de atores como os EUA, o Japão e a União Europeia (Klinger, 2017, p. 5).

Em 2010, quando a China impôs um bloqueio informal de exportações de ETRs ao Japão, muitos políticos americanos começaram a defender publicamente planos nacionais para trazer indústrias de volta aos EUA (Klinger, 2017, p. 4-5).

Embora o Brasil disponha de vastas reservas de minerais críticos, como nióbio, lítio e ETRs, sua capacidade de convertê-los em ativos geopolíticos estratégicos permanece limitada. Sob a ótica do realismo geopolítico, essa limitação decorre da ausência de uma estratégia nacional coerente e integrada para a exploração, o beneficiamento e a inserção internacional desses recursos. Como observa Klinger (2017, p. 165-169), mesmo após a crise do suprimento de ETRs de 2010, o Brasil continuou enfrentando entraves estruturais como a fragmentação institucional, a ausência de políticas industriais de longo prazo e a dificuldade de articular regulação, financiamento e metas estratégicas de projeção internacional.

A sobreposição entre áreas de potencial mineral e Terras Indígenas demarcadas ou em processo de regularização representa um desafio complexo. Conforme analisado por Santos-Fuser (2023, p. 43), parte significativa das reservas brasileiras de ETRs está localizada em territórios sob proteção legal, especialmente na Amazônia, o que gera tensões estruturais entre desenvolvimento mineral, conservação ambiental e direitos territoriais dos povos originários e isso será abordado no Capítulo 3.

O realismo geopolítico oferece uma estrutura teórica sólida para compreender como recursos estratégicos moldam a política internacional contemporânea. Isso pode ser observado claramente no caso das ETRs: a China desenvolveu domínio sobre essas cadeias produtivas e as utiliza como instrumento de poder global. Em resposta, as potências ocidentais buscam estratégias de contenção e reequilíbrio, ilustrando as dinâmicas típicas de competição entre Estados no cenário internacional.

2.2 SEGURANÇA DE RECURSOS E NACIONALISMO DE RECURSOS

A segurança energética e o nacionalismo dos recursos naturais: elementos centrais das estratégias geopolíticas contemporâneas.

A noção de segurança energética, tradicionalmente associada à garantia de fornecimento contínuo e acessível de petróleo durante as crises energéticas do século XX (Yergin, 2023, p. 3), tem sido gradualmente ampliada para incorporar uma gama crescente de matérias-primas estratégicas. Essa ampliação inclui minerais críticos como lítio, cobalto e ETRs, fundamentais não apenas para tecnologias de energia limpa, mas também para a indústria eletrônica e sistemas de defesa avançados (Berahab, 2025, p. 3 e 4).

Com a crescente escassez desses recursos estratégicos, intensifica-se a competição entre Estados, o que agrava tensões geopolíticas e leva à adoção de políticas cada vez mais assertivas e, por vezes, coercitivas, com o objetivo de garantir o controle sobre cadeias de suprimento sensíveis. Essa dinâmica é destacada por Klare (2012, p. 2-3), em sua obra *The race for what's left: the global scramble for the world's last resources*. Para o autor, os EUA, como grande consumidor de petróleo, buscam diversificar os suprimentos globais de energia não apenas por razões econômicas, mas também como estratégia de segurança, reduzindo vulnerabilidades frente a possíveis interrupções no fornecimento.

Além disso, a disputa por recursos finitos transforma-se em um vetor estruturante das estratégias nacionais de segurança, reforçando a percepção de risco diante de potenciais interrupções de fornecimento. Complementando essa análise, Humphreys (2015, p. 175), em sua obra *The Remaking of the Mining Industry*, afirma que a competição por recursos finitos tem moldado as estratégias nacionais de segurança, ao intensificar o temor de interrupções no fornecimento. Nesse contexto, o autor também observa que o nacionalismo de recursos reflete uma tendência pragmática de maior intervenção estatal na economia, especialmente em países emergentes, com o objetivo de alinhar a indústria aos interesses nacionais, característica própria do chamado capitalismo de Estado.

O nacionalismo dos recursos naturais manifesta-se de diferentes formas, incluindo: a imposição de restrições à exportação, a nacionalização de ativos estratégicos e o fomento às cadeias produtivas nacionais. Essas ações refletem como os Estados têm se reposicionado frente ao uso crescente dos recursos naturais como instrumentos geoeconômicos (Humphreys, 2015, p. 170-173).

A intensificação das rivalidades geopolíticas e a fragmentação dos mercados globais de energia têm impulsionado a revalorização do papel do Estado como agente central na regulação, apropriação e reorganização das cadeias de suprimento de

recursos estratégicos. De acordo com Berahab (2025, p. 3), os conflitos geopolíticos, como a guerra na Ucrânia e as tensões crescentes no Oriente Médio, têm reconfigurado os fluxos comerciais, aprofundado as dependências regionais e destacado a fragilidade dos sistemas energéticos globais. Como consequência, os Estados têm adotado políticas industriais e comerciais voltadas à proteção de seus mercados internos e à redução de vulnerabilidades externas.

O Estado reaparece como ator econômico direto e estratégico, estruturando medidas de intervenção que envolvem subsídios, exigências de conteúdo local, controle sobre exportações e estímulos à produção doméstica. Segundo Berahab (2025, p. 3-4, tradução nossa), "quase 200 medidas restritivas direcionadas a tecnologias de energia limpa foram introduzidas globalmente desde 2020, cinco vezes mais do que nos cinco anos anteriores". Tais ações refletem uma orientação pragmática de nacionalismo de recursos, por meio da qual governos buscam resguardar seus setores estratégicos e consolidar vantagens competitivas em cadeias críticas, como painéis solares, baterias e veículos elétricos. Essa movimentação visa também contrabalançar o domínio chinês no setor, uma vez que o país detém mais de 80% da fabricação global de energia solar fotovoltaica e entre 75% e 90% do processamento de minerais críticos, incluindo cobalto e ETRs.

Nos EUA, por exemplo, o *Inflation Reduction Act* (IRA), aprovado em 2022, mobiliza investimentos públicos e subsídios para estimular a produção doméstica de tecnologias limpas e minerais estratégicos, visando reduzir riscos de dependência geoeconômica (Berahab, 2025, p. 4). De maneira similar, a União Europeia aprovou o *European Critical Raw Materials Act*, uma iniciativa que busca garantir o acesso estável a recursos essenciais através de três estratégias principais: diversificação de fornecedores, aumento da capacidade de refino local e estímulo à economia circular.

As medidas adotadas pelos Estados refletem uma abordagem pragmática de nacionalismo de recursos. Nessa estratégia, os países trabalham de maneira coordenada para manter sua independência econômica diante das fragilidades do mercado global.

Os recursos estratégicos têm ganhado importância crescente no cenário internacional. Nesse contexto, como aponta Berahab (2025, p. 4), os Estados têm fortalecido suas políticas de proteção, regulação e controle das cadeias de suprimento de minerais críticos.

A segurança energética e o nacionalismo de recursos não são tendências isoladas. Pelo contrário, esses elementos têm se tornado vetores centrais das estratégias nacionais de longo prazo. Isso é especialmente relevante no atual cenário, marcado pela transição energética, tensões geoeconômicas e assimetrias tecnológicas. Nessa perspectiva, Michael T. Klare argumenta que a demanda global por recursos naturais tende a crescer nas próximas décadas, impulsionada principalmente pelo aumento populacional e pela expansão econômica, fatores que pressionam ainda mais os limites de oferta (Klare, 2012, p. 15, tradução nossa).

2.3 GOVERNANÇA AMBIENTAL, GLOBAL E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

O Painel do Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Minerais Críticos para a Transição Energética (2024) propôs um conjunto de sete Princípios Orientadores, com ênfase na centralidade dos direitos humanos, na integridade ambiental, na justiça intergeracional e na cooperação internacional como pilares para uma governança mineral legítima e eficaz (ONU, 2024, p. 4-10). Tais princípios refletem a necessidade de assegurar que a corrida global pelos minerais críticos não reproduza padrões históricos de degradação, exploração e exclusão, mas sim se converta em vetor de desenvolvimento inclusivo e sustentável.

No contexto da governança ambiental, a transição energética em curso impõe um novo dilema estratégico aos países: como garantir o acesso seguro e estável a minerais críticos indispensáveis às tecnologias de baixo carbono, sem comprometer a sustentabilidade ambiental. Elementos como lítio, cobalto, níquel, cobre e ETRs tornaram-se insumos essenciais para a fabricação de baterias e turbinas, reposicionando a geopolítica dos recursos naturais em direção a uma nova matriz energética (IEA, 2023, p. 17).

A crescente concentração da extração mineral em países com frágil estrutura regulatória e baixa capacidade institucional tem intensificado três principais riscos: degradação ambiental, tensões sociopolíticas e disputas interestatais por cadeias críticas (IEA, 2023, p. 30).

Para enfrentar esse problema, o Painel propõe criar mecanismos globais que permitam rastrear, dar transparência e responsabilizar as ações em toda a cadeia - da extração à reciclagem (ONU, 2024, p. 18-19). O objetivo desse sistema é triplo:

fortalecer o dever de diligência, padronizar as métricas *Environmental, Social and Governance* (ESG — Ambiental, Social e Governança em tradução livre) e garantir que apenas operações que atendam a critérios mínimos de sustentabilidade tenham acesso a mercados e financiamentos.

A implementação deste painel é especialmente oportuna para aprimorar a governança do setor minerador, especialmente após as conclusões apresentadas no relatório da *International Energy Agency* (IEA) de 2023. Segundo o documento:

A indústria de mineração tem sido associada a uma série de impactos ambientais, sociais e de governança (ESG) negativos, incluindo violações dos direitos humanos, contribuição para conflitos armados, contaminação ambiental, desmatamento e outros danos. A falha em gerenciar esses impactos pode ter implicações profundas para as transições de energia limpa, bem como prejudicar o meio ambiente e as comunidades nas proximidades dos depósitos de mineração (IEA, 2023, p.33, tradução nossa).

A governança internacional dos minerais críticos enfrenta dois desafios principais: profundas assimetrias institucionais e a ausência de uma estrutura regulatória consolidada e universalmente aceita. Este cenário é agravado pelas disputas estratégicas entre grandes potências e pelas desigualdades entre países produtores e consumidores. Como resultado, as tentativas de harmonização normativa encontram limitações tanto políticas quanto operacionais, conforme aponta Klinger:

[...] A geografia da fronteira global de terras raras é definida por essa tensão fundamental entre a necessidade absoluta desses elementos e os custos ambientais e epidemiológicos agudos gerados por sua extração (Klinger, 20, p.55, tradução nossa).

O painel da ONU recomenda medidas para fortalecer economicamente os países produtores de minérios, focando em três aspectos principais: agregação de valor local, diversificação econômica e compartilhamento justo de benefícios. Para alcançar esses objetivos, propõe-se a criação de um Grupo Consultivo de Alto Nível que apoiará o desenvolvimento de políticas industriais, infraestrutura de processamento, capacitação técnica e esquemas tributários equitativos, garantindo que as receitas beneficiem as comunidades locais afetadas (ONU, 2024, p. 18).

Essas iniciativas têm como meta principal evitar que os países do Sul Global fiquem limitados apenas ao papel de fornecedores de matéria-prima, permitindo sua participação mais qualificada nas cadeias globais de valor mineral.

A formalização da *Artisanal and Small-scale Mining* (ASM — Mineração Artesanal e de Pequena Escala, em tradução livre) é destacada como estratégia prioritária para proteger direitos humanos e promover inclusão produtiva em territórios

vulneráveis. A iniciativa proposta pelas Nações Unidas busca transformar a ASM em uma atividade legal, segura e ambientalmente sustentável, com acesso a financiamento, capacitação técnica e reconhecimento institucional (ONU, 2024, p. 20).

O fortalecimento da governança multilateral emerge como condição indispensável para orientar a transição energética de forma justa e previsível. A proposta de um **Fundo Global de Legado de Mineração** (grifo nosso), voltado à reabilitação de áreas degradadas e à reparação de danos socioambientais acumulados, sinaliza uma mudança de paradigma que transcende aspectos puramente econômicos e incorpora o princípio da justiça intergeracional (ONU, 2024, p. 19). Dessa forma, o multilateralismo é reposicionado como ferramenta estratégica para alinhar interesses nacionais, promover convergência regulatória e consolidar um sistema internacional baseado em regras equitativas e sustentáveis.

2.4 CONCLUSÃO PARCIAL

Este capítulo desenvolve a estrutura teórica que combina diferentes perspectivas para analisar como o Brasil se posiciona estrategicamente no mercado global de minerais críticos. A análise integra três perspectivas complementares: o Realismo Geopolítico, que examina como as relações de poder entre países influenciam o controle desses minerais; a segurança e o nacionalismo de recursos, que analisa como os Estados protegem e gerenciam seus ativos minerais estratégicos; e a governança ambiental global, que aborda as regulamentações internacionais e práticas sustentáveis necessárias para a exploração mineral responsável.

A integração dessas abordagens permite compreender, de forma abrangente, as disputas contemporâneas por matérias-primas estratégicas, sobretudo em um contexto de transição energética acelerada, fragmentação dos mercados globais e revalorização do papel do Estado nas dinâmicas econômicas e securitárias internacionais.

O domínio de minerais críticos configura-se como uma vantagem estratégica multifacetada, extrapolando os ganhos econômicos imediatos para sustentar políticas de contenção, projeção de poder e reconfiguração da ordem internacional. No caso brasileiro, apesar da abundância mineral, persiste a dificuldade em transformar esse

potencial em influência geopolítica concreta, em virtude da ausência de uma política nacional articulada e de longo prazo.

As análises de Klare, Humphreys e Berahab sobre segurança energética e nacionalismo de recursos apontam para o retorno do Estado como agente central na proteção e reorganização das cadeias de suprimento. O aumento das medidas protecionistas, a adoção de políticas industriais proativas e a securitização das tecnologias de energia limpa indicam uma tendência global de pragmatismo estratégico voltado à autonomia energética e tecnológica. Assim, o nacionalismo de recursos evolui de uma postura ideológica para uma abordagem funcional, com implicações diretas para o acesso, o refino e a comercialização de minerais críticos.

Por sua vez, a governança ambiental global enfrenta o desafio de consolidar uma arquitetura normativa que seja, ao mesmo tempo, eficaz e justa. A corrida por minerais críticos amplia tensões entre sustentabilidade ambiental, justiça socioeconômica e estabilidade geopolítica. A análise deixa claro que, para além da criação de instrumentos técnicos como rastreabilidade e métricas ESG, será indispensável avançar em princípios de transparência, justiça intergeracional e agregação de valor local. Sem isso, a transição energética corre o risco de reproduzir desigualdades estruturais e aprofundar zonas de instabilidade, aspecto enfatizado ao longo deste capítulo.

3 O BRASIL E A DISPUTA GLOBAL POR MINERAIS CRÍTICOS ESTRATÉGICOS

A corrida global por MCEs, impulsionada pela transição energética e avanços tecnológicos, tem transformado esses recursos em elementos fundamentais para a segurança econômica e tecnológica das grandes potências. O controle sobre cadeias de suprimento de minerais como lítio, níquel, cobalto, grafita natural e ETRs tornou-se um fator de poder e influência no sistema internacional, com destaque para a atuação assertiva da China nesse campo (Igarapé, 2023).

O Brasil apresenta uma dicotomia estratégica na área mineral: apesar de possuir vastas reservas de MCEs, o país ainda ocupa posição secundária nas cadeias globais de valor. Estima-se, por exemplo, que o país concentre cerca de 90% das reservas conhecidas de nióbio, 19% das de ETRs e 26% das de grafita natural do planeta (Igarapé, 2023, p.8).

Apesar de suas riquezas minerais, o Brasil enfrenta obstáculos estruturais que limitam sua capacidade de se tornar um líder global no setor. Entre os principais desafios estão a fragilidade da indústria nacional de processamento, investimento em pesquisa e desenvolvimento, as garantias regulatórias e uma política bem definida para os MCEs. Somam-se a isso desafios externos: o domínio chinês no refino de minérios, os impactos ambientais e sociais da mineração em regiões como a Amazônia Legal, e as crescentes demandas por práticas sustentáveis e rastreáveis, que estão redefinindo a competitividade no setor (Igarapé, 2023).

Em meio à crescente disputa geopolítica por insumos estratégicos, o Brasil busca definir seu posicionamento. Atualmente, o país se encontra entre dois caminhos: manter seu papel tradicional como fornecedor de matérias-primas básicas ou desenvolver uma atuação mais estratégica e independente no mercado global de MCEs.

Para realizar essa mudança, são necessárias políticas públicas coordenadas. Nesse sentido, o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030, 2011, p. 14) já prevê o fortalecimento das cadeias produtivas minerais e o aumento da tecnologia nacional. Complementarmente, o Programa Mineração e Desenvolvimento 2020-2023 (PMD, 2020) define objetivos específicos para agregar valor, diversificar a produção e avançar em pesquisa, inovação e formação profissional entre outras iniciativas que serão citadas a seguir.

3.1 PANORAMA NACIONAL DOS MINERAIS CRÍTICOS ESTRATÉGICOS

O Brasil possui um dos mais promissores potenciais geológicos do planeta, com destaque para lítio, nióbio, grafita natural, níquel e elementos ETRs. Esses recursos são fundamentais para a transição energética, para o desenvolvimento de novas tecnologias e para a segurança econômica dos países industrializados. Sua importância se deve principalmente à aplicação em baterias, veículos elétricos, turbinas eólicas e equipamentos eletrônicos de alta performance (Igarapé, 2023).

O lítio é encontrado principalmente em rochas chamadas pegmatitos⁴ do tipo LCT (lítio-césio-tântalo). Nessas rochas, o mineral mais comum contendo lítio é o espodumênio⁵, seguido por amblygonita⁶, petalita⁷ e lepidolita⁸. A produção nacional atingiu 2.200 toneladas de lítio contido em 2022, representando um crescimento de 29% em relação ao ano anterior (SGB, 2024, p. 17). O aumento registrado em 2022 está vinculado à consolidação do lítio como insumo crítico para cadeias industriais de alta tecnologia, especialmente aquelas voltadas à eletromobilidade e às energias renováveis. A região do Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais, é a principal área produtora de lítio no Brasil. Nessa região, várias empresas desenvolvem projetos em diferentes estágios: Sigma Lithium, AMG Brasil, Atlas Lithium, Lithium Ionic e Companhia Brasileira de Lítio (CBL).

Destaca-se, também, a iniciativa "Vale do Lítio Brasil", lançada em maio de 2023, que visa consolidar a cadeia produtiva e atrair investimentos internacionais. Além disso, novas frentes de exploração têm sido abertas no nordeste do país, com destaque para o projeto "Solonópole", no Ceará, onde a Oceana Lithium identificou mineralizações superficiais com até 4,25% de Li_2O . O Serviço Geológico do Brasil (SGB) também está investigando áreas promissoras nas regiões sul do Tocantins, norte de Goiás e Itambé, na Bahia.

⁴ Tipo de rocha ígnea intrusiva de granulação extremamente grossa, com cristais de quartzo, feldspato e mica, muitas vezes com tamanhos de centímetros ou mesmo metros.

⁵ Mineral piroxênico, um inossilicato de alumínio e lítio ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$), que serve como uma fonte importante de lítio, um metal crucial para a produção de baterias e outras aplicações industriais.

⁶ Mineral fosfato de lítio e alumínio, de fórmula geral $(\text{Li},\text{Na})\text{AlPO}_4(\text{F},\text{OH})$, que pertence ao grupo dos fosfatos.

⁷ Mineral filossilicato de lítio e alumínio, cuja fórmula é $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$, importante para a obtenção de lítio.

⁸ Mineral de cor lilás ou rosa-violáceo do grupo dos filossilicatos. Faz parte do grupo das micas, sendo uma fonte secundária de lítio.

O Brasil possui a maior reserva mundial de nióbio, com depósitos localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (Araxá e Tapira), Goiás (Catalão) e Amazonas (São Gabriel da Cachoeira). (Fiep, 2022)

A exploração do mineral está consolidada, com a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM) respondendo por mais de 80% da produção mundial. O nióbio é utilizado na indústria de veículos, nas estruturas de construções civis, em turbinas de aviões, em aparelhos médicos de alta precisão, como ressonâncias magnéticas e marca-passos, e também em componentes eletrônicos.

Em 2024, a CBMM inaugurou em Araxá (MG) a maior planta do mundo dedicada à produção de ânodos à base de nióbio, com capacidade de 2.000 toneladas/ano do material XNO®⁹, que corresponde a 1 GWh de células de íons de lítio. O produto, desenvolvido em parceria com a Echion Technologies, utiliza óxido de nióbio para criar um ânodo avançado que se destaca por três características principais: carregamento ultrarrápido, alta densidade energética e elevada durabilidade. Essas propriedades agregam maior valor ao produto no mercado (Costa, 2025).

O Brasil figura entre os países com maior potencial geológico para elementos de ETRs, ocupando a terceira posição mundial em reservas conhecidas com aproximadamente 21 milhões de toneladas de óxidos. Isso representa cerca de 19% do total global. Entretanto, apesar dessa expressiva dotação, a participação brasileira na produção internacional ainda é inexpressiva, inferior a 0,02% do volume global extraído (Ibram, 2024).

No território brasileiro, as principais ocorrências de ETR estão associadas a complexos alcalino-carbonatíticos¹⁰ e graníticos¹¹, com destaque para as jazidas de Araxá (MG), Catalão (GO), Poços de Caldas (MG), Tapira (MG), Jacupiranga (SP), Itapirapuã (GO) e Minaçu (GO), além de depósitos graníticos em Pitinga (AM). Na região Norte, destaca-se a ocorrência estratégica localizada na Reserva Biológica do Morro dos Seis Lagos, no município de São Gabriel da Cachoeira (AM), inserida na área conhecida como Cabeça do Cachorro (Igarapé, 2023, p.27). Esta reserva abriga

⁹ XNO® refere-se a um ânodo de bateria de nióbio, desenvolvido pela Echion Technologies, que permite que as baterias de íons de lítio sejam carregadas ultrarrápido, mantendo altas densidades de energia e alta potência, mesmo em temperaturas extremas. Este material é ideal para aplicações de alta potência, como veículos pesados e de ciclo de trabalho pesado

¹⁰ Complexos alcalino-carbonatíticos são formações geológicas compostas por rochas alcalinas e carbonatitos, que geralmente se formam em ambientes de intrusão, como veios, soleiras e diatremas

¹¹ Graníticos é o plural de "granítica", que se refere a algo que é feito de granito ou que tem as características do granito

uma das maiores concentrações conhecidas de ETRs pesadas do país, com potencial geológico expressivo, porém atualmente inexplorado devido à sua localização em unidade de conservação ambiental, onde a mineração é vedada por lei (Klinger, 2017, p. 176).

O Brasil detém aproximadamente 26% das reservas globais de grafita natural, o que o posiciona como o segundo maior detentor mundial, atrás apenas da China. As jazidas estão distribuídas principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, com destaque para os estados de Minas Gerais (cidades de Itapeçerica, Pedra Azul, Almenara), Bahia e Ceará, onde ocorrem formações geológicas do tipo xisto grafitoso¹² e veios metamórficos. Em 2023, a produção brasileira correspondeu a 4,6% da produção mundial, refletindo um descompasso entre o volume das reservas e a capacidade de transformação industrial, uma vez que a maior parte da grafita natural extraída é exportada como matéria-prima bruta (Ibram, 2024, p. 35-36). Apesar da produção contar com boa infraestrutura, incluindo acesso rodoviário, energia e proximidade de centros portuários, o desenvolvimento industrial permanece limitado, apresentando desafios expressivos para a agregação de valor. O documento do Ibram (2024) aponta que, para capturar valor agregado, o Brasil precisa internalizar tecnologias de processamento local e explorar aplicações emergentes como a produção de grafeno, material estratégico para eletrônicos avançados, sensores e armazenamento de energia.

Assim, o setor mineral brasileiro caracteriza-se pela exportação predominante de bens primários e semi-industrializados, que agregam pouco valor à economia nacional. Nesse cenário, o Brasil figura como fornecedor de insumos para países que dominam o processamento e a manufatura de ponta. Segundo o Ipea (2023, p. 9), a maior parte das exportações destina-se à China, seguida por Estados Unidos e União Europeia, o que reforça a dependência estrutural de mercados externos.

Apesar da crescente valorização dos MCEs no cenário internacional, a inserção do Brasil nas cadeias globais de maior valor agregado permanece limitada. Conforme destaca o Ibram (2024, p. 27), o país concentra-se principalmente na extração e exportação de matérias-primas brutas, enquanto as fases mais lucrativas, como o refino e a produção de componentes tecnológicos, ocorrem no exterior. Nesse contexto, políticas públicas voltadas ao fortalecimento da capacidade regulatória, ao

¹² Tipo de rocha metamórfica que contém grafita, um mineral que é essencialmente carbono.

fomento à inovação e à inserção soberana do Brasil em fóruns multilaterais de governança mineral são indispensáveis para superar a dependência exportadora e conquistar uma posição mais estratégica nas cadeias globais de valor (Igarapé, 2023).

3.2 REGULAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS

O Brasil progride na construção de regras e instituições para fortalecer sua posição no setor de MCEs e estratégicos, que são elementos fundamentais para a fabricação de baterias, painéis solares, turbinas eólicas e outros componentes essenciais à transição energética e à soberania econômica. Esse progresso inclui a criação de novos marcos regulatórios, como os Decretos nº 10.657/2021¹³ e nº 11.120/2022¹⁴, que objetivam desenvolver no país uma cadeia produtiva completa, desde a extração até a produção de componentes tecnológicos de alto valor agregado.

O Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030) estabeleceu as bases para a priorização de minerais estratégicos no Brasil, destacando desafios como a ampliação do conhecimento geológico, o fortalecimento da capacidade regulatória estatal, a modernização do setor mineral e o incentivo à agregação de valor à produção mineral (Brasil, 2011). No entanto, cabe ressaltar que, embora o PNM 2030 tenha representado um marco relevante, ele ainda não contemplava, à época, a integração entre as políticas mineral e energética, tampouco a centralidade dos MCEs para a transição energética, temas que ganhariam destaque nas agendas públicas somente na década seguinte.

Para fortalecer o setor mineral brasileiro, a Política Pró-Minerais Estratégicos, instituída pelo Decreto nº 10.657/2021, buscou acelerar projetos considerados prioritários para o país. Essa política estabeleceu mecanismos de articulação interinstitucional, simplificação do licenciamento ambiental e fomento à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, representando um esforço relevante para dinamizar o setor, enquanto o Decreto nº 11.120/2022 autoriza as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e seus derivados, sem impor restrições adicionais além

¹³ 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.

¹⁴ Permite as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e de seus derivados.

das previstas em lei ou pela Câmara de Comércio Exterior (Camex). Ele revoga normas anteriores e visa liberalizar o setor, ampliando as oportunidades para exportação e importação desses produtos.

O Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos (CTAPME) aprovou 19 dos 26 projetos apresentados no âmbito da Política Pró-Minerais Estratégicos, distribuídos entre as principais substâncias identificadas como prioritárias para o país, incluindo lítio, ETRs, níquel, cobre, cobalto e grafita natural. Esses minerais são considerados estratégicos por possuírem papel fundamental no contexto da transição energética, sendo essenciais para a fabricação de baterias, painéis solares e outros equipamentos de energia renovável (Relatório CTAPME, p. 6, 2023).

Para complementar essa iniciativa, destaca-se a aprovação do Programa Mineração e Desenvolvimento (PMD) 2020–2023, instituído pela Portaria MME nº 354/2020, que estabelece diretrizes para a qualificação do conhecimento econômico e geológico, a promoção da sustentabilidade socioambiental, o estímulo à inovação tecnológica e o avanço sobre novas áreas minerárias (Brasil, 2020). Alinhado a essas políticas, o Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 (PDE 2034) incorpora preocupações com a sustentabilidade e a segurança energética de longo prazo, destacando a necessidade de que os minerais estratégicos não se tornem gargalos no processo de transição energética. O PDE 2034 reforça a importância de políticas públicas que integrem os setores energético, mineral, ambiental e industrial, buscando viabilizar a neutralidade de carbono, a expansão da capacidade instalada e a garantia de suprimento energético para o país.

Além disso, o Panorama do Potencial do Brasil para Minerais Críticos e Estratégicos – Edição 2024, publicado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), trouxe uma atualização fundamental ao diagnóstico setorial, ao mapear reservas potenciais, identificar desafios técnicos e regulatórios e destacar a necessidade de investimentos em infraestrutura, inovação e capacitação profissional. O Panorama do Potencial do Brasil para MCEs reforça que eles são insumos fundamentais para viabilizar energias renováveis, baterias avançadas, hidrogênio verde e mobilidade elétrica, destacando o papel estratégico do Brasil no contexto da transição energética global.

O Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), estabelecido em 2020, é o principal instrumento de planejamento energético de longo prazo do Brasil. O plano representa um avanço significativo ao alinhar as políticas energéticas brasileiras com

os desafios globais da transição energética - a mudança gradual de fontes de energia fósseis para renováveis. Embora o documento não utilize explicitamente o termo "MCEs" (recursos minerais essenciais para tecnologias verdes), ele reconhece a estreita relação entre os setores energético e mineral. Isso se reflete em três aspectos principais: o incentivo à inovação tecnológica, o estímulo à diversificação da produção energética e o desenvolvimento de uma estrutura de governança mais eficiente entre as instituições envolvidas.

O PNE 2050 enfatiza que a transição energética demanda um alinhamento sólido entre os setores público e privado, com ênfase em uma governança interinstitucional capaz de articular o planejamento energético de longo prazo com os esforços em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), assegurando que planos e estratégias públicas atendam às necessidades do setor energético (PNE, 2020, p. 64).

Por fim, ao tratar das prioridades para o horizonte até 2050, o plano destaca a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e de inovação contínua como condições indispensáveis para garantir a competitividade do setor energético brasileiro e sua integração com outras cadeias produtivas, como a cadeia mineral (Brasil, 2020).

Apesar desses avanços, persistem lacunas importantes, sobretudo no que diz respeito à coordenação interinstitucional, à segurança jurídica, ao licenciamento ambiental e ao financiamento de projetos inovadores. O país ainda carece de uma estratégia nacional abrangente para MCEs, que articule de forma sistêmica os instrumentos disponíveis, fortaleça a capacidade regulatória e garanta que a exploração mineral ocorra de maneira sustentável, inclusiva e alinhada aos compromissos internacionais de descarbonização. Nesse contexto, o Projeto de Lei (PL) nº 2.780/2024 surge como uma iniciativa promissora ao propor a criação da Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE) e do Comitê de Minerais Críticos e Estratégicos (CMCE), com o objetivo de integrar desenvolvimento mineral, inovação tecnológica, segurança energética e responsabilidade socioambiental.

Ademais, o projeto prevê instrumentos robustos de planejamento, incentivos fiscais, articulação federativa e estímulo à inovação tecnológica, alinhando-se às diretrizes estabelecidas pela Política Pró-Minerais Estratégicos e pelo Panorama SGB 2024, além de dialogar com as demandas atuais da Política Nacional de Transição

Energética (PNTE) e do PNE 2050, reforçando o potencial do Brasil para consolidar-se como um ator estratégico de destaque na geopolítica global dos MCEs.

3.3 DIFICULDADES ESTRUTURAIS E INSTITUCIONAIS

Apesar do relevante potencial geológico do Brasil em MCEs, como ETRs, lítio, níquel e cobalto, o país enfrenta desafios estruturais, tecnológicos e institucionais que limitam sua capacidade de agregar valor à produção mineral e consolidar uma posição estratégica no mercado global. Esses entraves comprometem não apenas a articulação interna entre os setores mineral, energético e industrial, mas também a capacidade do Brasil de afirmar-se como um ator relevante na geopolítica internacional dos MCEs, com impactos diretos sobre sua inserção nas cadeias globais de valor.

Um dos principais desafios do setor mineral brasileiro está na fragilidade da indústria nacional de processamento. Atualmente, nossa produção se concentra apenas nas etapas básicas, como a extração do minério e seu beneficiamento inicial (limpeza e classificação), sem avançar para processos industriais mais sofisticados, a exemplo da separação química, purificação e fabricação de produtos de alto valor agregado.

Esta limitação tecnológica aumenta nossa dependência do exterior, especialmente da China. O país asiático domina cerca de 90% da capacidade mundial de processamento de ETRs (minerais essenciais para tecnologias verdes e produtos eletrônicos), o que coloca o Brasil em posição vulnerável justamente quando o mundo passa por uma transição para energias limpas (Igarapé, 2023).

Segundo o mesmo estudo, para superar esta situação, são necessários investimentos significativos nas etapas intermediárias (*midstream*)¹⁵ e finais (*downstream*)¹⁶ do processamento mineral. Porém, sem apoio governamental ou um mercado interno forte, as empresas privadas dificilmente farão esses investimentos sozinhas. Como resultado, o Brasil corre o risco de permanecer apenas como

¹⁵ Refere-se a processos como triagem, classificação e estocagem dos materiais extraídos, bem como seu transporte para instalações de processamento ou centros de distribuição.

¹⁶ Refere-se às atividades envolvidas no refino e na preparação de matérias-primas ou minerais extraídos para seu uso final ou forma comercializável.

fornecedor de matéria-prima mineral bruta, sem capturar o valor agregado que poderia ser gerado pelo processamento mais avançado desses recursos.

O setor mineral brasileiro, fundamental para a economia nacional, enfrenta importantes desafios no campo regulatório, especialmente relacionados ao licenciamento ambiental e aos conflitos territoriais. O setor é caracterizado pela judicialização frequente de processos de licenciamento, ou seja, disputas legais que chegam aos tribunais, gerando incertezas, insegurança jurídica e atrasos em diversos projetos. Essas disputas frequentemente resultam em paralisações de obras e perdas financeiras significativas para as empresas (Igarapé, 2023).

As tensões são particularmente intensas em áreas de sobreposição territorial, como terras indígenas e unidades de conservação. Nestes casos, diferentes direitos legais - como o direito à exploração mineral e os direitos dos povos tradicionais - entram em conflito direto. O PL nº 191/2020, que buscava regulamentar a mineração em terras indígenas, exemplifica esses conflitos: apesar de prever mecanismos de consulta às comunidades afetadas e compensação financeira, enfrentou forte oposição de organizações não governamentais internacionais, movimentos indígenas e ambientalistas, sendo retirado pelo Executivo em 2023 (Santos-Fuser, 2023, p. 43).

A questão ganha ainda mais relevância ao considerar o potencial estratégico dos recursos minerais brasileiros. Estudos demonstram que diversas reservas de ETRs minerais essenciais para tecnologias modernas como smartphones e energias renováveis estão situadas em áreas ambientalmente sensíveis da Amazônia, o que amplia os desafios de governança socioambiental e eleva o risco de violações de direitos coletivos e de impactos irreversíveis sobre a biodiversidade (Klinger, 2017, p. 174).

Por fim, embora avanços recentes, como a Política Pró-Minerais Estratégicos (2021) e o Plano Nacional de Mineração 2050, representem marcos relevantes na política mineral brasileira, ainda persiste uma significativa fragmentação institucional. Esta fragmentação se manifesta entre os diversos setores e órgãos governamentais responsáveis pela governança mineral, energética, ambiental e industrial.

A ausência de coordenação efetiva entre esses atores compromete a elaboração de estratégias nacionais robustas. Por exemplo, torna-se difícil alinhar os interesses das empresas mineradoras com as metas de conservação ambiental e as demandas das comunidades locais. Essa desarticulação também dificulta a promoção de sinergias essenciais entre a exploração mineral, o desenvolvimento de novas

tecnologias de extração mais sustentáveis, a preservação do meio ambiente e a geração de benefícios socioeconômicos para as regiões mineradoras (Igarapé, 2023).

Essa lacuna institucional, se não for adequadamente endereçada, poderá limitar a inserção estratégica do Brasil nas cadeias globais de MCEs, como lítio, níquel e ETRs, essenciais para baterias e tecnologias verdes, e restringir sua capacidade de atuar como um player relevante na transição energética global.

3.4 CONCLUSÃO PARCIAL

Diante da análise sobre como os MCEs, elementos essenciais para tecnologias verdes e dispositivos eletrônicos avançados, têm se tornado cada vez mais centrais na geopolítica global, fica evidente que tal centralidade é impulsionada pela transição para energias renováveis, pela crescente demanda por tecnologias digitais e pela reorganização das cadeias produtivas internacionais. Nesse contexto, o Brasil, detentor de reservas expressivas de minerais como lítio, nióbio, grafita natural e ETRs, ocupa uma posição estratégica no cenário internacional. No entanto, a análise realizada revelou que, apesar de seu potencial geológico significativo, o país ainda enfrenta barreiras estruturais, tecnológicas e institucionais que limitam sua capacidade de transformar essas vantagens em poder geopolítico e econômico.

Em síntese, para que o Brasil consolide sua posição como ator estratégico no mercado global de MCEs, será necessário avançar na formulação de uma estratégia nacional abrangente, que articule investimentos em pesquisa, inovação e capacitação, promova a agregação de valor no território nacional e fortaleça sua inserção soberana nos fóruns multilaterais de governança mineral.

Nesse mister, a superação dessas lacunas é crucial, tanto para aumentar a competitividade do setor mineral brasileiro quanto para fortalecer o papel do país como fornecedor confiável de minerais essenciais para a transição energética global, especialmente num momento em que as nações buscam diversificar suas fontes de abastecimento para além da China.

4 POLÍTICAS NACIONAIS E INSERÇÃO GLOBAL: A COMPARAÇÃO BRASIL-CHINA NOS METAIS CRÍTICOS (2000–2025)

Os MCEs têm ganhado centralidade na economia internacional, especialmente pela sua importância simultânea para a transição energética, revolução tecnológica e disputas por autonomia estratégica. Nesse contexto, China e Brasil representam trajetórias contrastantes, mas geopoliticamente relevantes. Enquanto a China se consolidou como potência dominante no controle de cadeias globais de minerais estratégicos, articulando extração, refino, manufatura e exportação com políticas industriais robustas, o Brasil, embora disponha de vantagens geológicas expressivas, ainda enfrenta desafios estruturais para transformar seus recursos naturais em poder geoeconômico (Igarapé, 2023, p. 6-9)

A China destaca-se como caso comparativo ideal, devido à sua extraordinária capacidade de coordenar políticas estatais, planejamento estratégico e diplomacia econômica ao longo das últimas décadas. Iniciativas como o *Project 863*¹⁷, o *Project 973*¹⁸, os planos quinquenais¹⁹ e a política de aquisição de ativos estratégicos em países produtores — incluindo o Brasil — evidenciam uma política coordenada voltada à segurança de suprimento, à autossuficiência tecnológica e ao fortalecimento do protagonismo geopolítico chinês no século XXI. Por sua vez, o Brasil, apesar de líder mundial em minerais como o nióbio e possuir reservas expressivas de lítio, grafita natural e ETRs, permanece inserido de forma subordinada nas cadeias globais de valor, exportando majoritariamente bens primários e semimanufaturados (Castro; Peiter; Góes, 2020, p. 368-370).

¹⁷ *Project 863* (também conhecido como Programa Nacional de Desenvolvimento de Alta Tecnologia) é um programa de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da China que visa impulsionar o desenvolvimento de tecnologias avançadas em áreas-chave para o desenvolvimento socioeconômico do país. Este programa, lançado em 1986, é financiado e administrado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia da China

¹⁸ O Programa 973 (chinês: 973 计划) ou também conhecido como Programa Nacional de Pesquisa Básica é um programa de pesquisa básica iniciado pela República Popular da China para alcançar tecnologia e vantagem estratégica em vários campos científicos e especialmente no desenvolvimento da indústria de minerais de terras raras. Destina-se a melhorar a pesquisa básica do país e a capacidade de inovação independente fornece fonte de inovação para a formação de futuras de alta tecnologia.

¹⁹ Os Planos Quinquenais na China são diretrizes de desenvolvimento social e econômico estabelecidas pelo Partido Comunista Chinês, que abrangem um período de cinco anos. São documentos oficiais que detalham metas e objetivos em diversas áreas, como crescimento econômico, desenvolvimento industrial, infraestrutura, tecnologia e bem-estar social

Destarte, este capítulo tem como objetivo comparar as políticas nacionais adotadas por Brasil e China no campo dos metais críticos até 2025, com foco em três eixos principais: (i) políticas públicas e planejamento estatal; (ii) capacidades produtivas e tecnológicas; e (iii) inserção nas cadeias globais de suprimentos. Assim, a partir dessa comparação, pretende-se destacar as assimetrias estruturais e institucionais entre os dois países, bem como identificar lições estratégicas que possam subsidiar uma política mineral brasileira mais ativa, inovadora e alinhada aos desafios impostos pela atual competição global por recursos estratégicos.

4.1 A POLÍTICA CHINESA PARA OS METAIS CRÍTICOS

A ascensão da China ao status de potência dominante na produção global de terras raras resultou de um processo histórico complexo, que combinou políticas estatais proativas, condições estruturais da economia global e dinâmicas do neoliberalismo internacional. Desde a década de 1980, o país implementou uma política de industrialização de sua fronteira norte (Baoto²⁰ e Bayan Obo²¹), articulando investimentos estatais, incentivos fiscais, transferência tecnológica e forte controle sobre o investimento estrangeiro nas etapas de mineração e beneficiamento. Esse processo foi intensificado pela crescente transferência de segmentos industriais poluentes para o território chinês, impulsionada pelo contexto global de desregulamentação do capital corporativo e financeiro nas décadas de 1970 e 1980. Sob o argumento de promover maior concorrência e inovação, essa desregulamentação reduziu ou eliminou a capacidade de intervenção dos governos em diversos setores estratégicos, favorecendo a expansão de cadeias produtivas transnacionais orientadas pela lógica da maximização de lucros. Ademais, enquanto as indústrias do Ocidente buscavam reduzir custos de produção, o país asiático consolidou sua infraestrutura industrial integrada, ampliando seu domínio, desde a extração até a manufatura de componentes de alto valor agregado, como ímãs permanentes e baterias (Klinger, 2017, p. 103-117).

²⁰ Cidade da região autônoma da Mongólia Interior, na China. Localiza-se nas margens do rio Amarelo. Tem cerca de 1453 mil habitantes, e desenvolveu-se a partir de 1880, como centro comercial.

²¹ Bayan'obo Mining District, ou Baiyun-Obo ou Baiyun'ebo, é um distrito de mineração no oeste da Mongólia Interior, China. Está sob a administração da cidade de Baotou, cujo centro fica a mais de 120 quilômetros ao sul.

Na década de 1990, a China investiu em métodos extrativos inovadores e expandiu significativamente sua produção mineral, consolidando seu domínio sobre os ETRs. Em 2009, o país detinha 98% da produção mundial desses elementos, favorecida por mão de obra barata, baixos custos ambientais e incentivos estatais à mineração e ao refino (Castro; Peiter; Góes, 2020, p. 364). A partir dos anos 2000, o governo chinês passou a exercer controle sistemático sobre a cadeia produtiva das terras raras, definindo-as como recursos estratégicos e instituindo marcos regulatórios específicos, como a Lei de Diretrizes para o Desenvolvimento Sustentável da Indústria de Terras Raras²². Essa normativa consolidou a intervenção direta do Estado na produção, comercialização e no combate à mineração ilegal, ao mesmo tempo em que promoveu a centralização da oferta e o estímulo à inovação tecnológica. Integrado a planos de longo prazo, como o Programa Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (2006–2020)²³, o país estabeleceu metas periódicas, sistemas de reserva estratégica e ações coordenadas para garantir o suprimento interno frente ao crescimento industrial, inclusive importando concentrados de países que não desenvolveram etapas de valor agregado. Essa arquitetura estatal favoreceu a consolidação de uma cadeia industrial competitiva, baseada em especialização técnica, planejamento detalhado e uso seletivo de instrumentos como cotas de exportação, impostos, normas ambientais, padronização tecnológica e investimentos externos, configurando um sistema dinâmico de regulação e resiliência (Heider, 2020, p. 5-7).

Logo, este programa de desenvolvimento nacional, fez a China desenvolver cinco laboratórios nacionais dedicados aos ETRs, capacitando centenas de especialistas e internalizando o refino, a metalurgia, a fabricação de ligas e a produção

²² As *Diretrizes para Promover o Desenvolvimento Sustentável e Sólido da Indústria de Terras Raras* foram publicadas pelo Conselho de Estado da República Popular da China em 19 de maio de 2011. Trata-se de um documento normativo de alto nível que estabelece o papel estratégico das terras raras no desenvolvimento nacional, organizando políticas para controle estatal da produção, combate à mineração ilegal, estímulo à inovação tecnológica e consolidação de grandes conglomerados industriais. As diretrizes também introduzem instrumentos como cotas de produção e exportação, reservas estratégicas e exigências ambientais seletivas, compondo a base da atual estratégia chinesa para os minerais críticos.

²³ O *Programa Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Médio e Longo Prazo (2006–2020)* foi lançado pelo Conselho de Estado da China com o objetivo de transformar o país em uma potência inovadora. A estratégia enfatizou a redução da dependência tecnológica externa, o fortalecimento da capacidade científica nacional e o domínio de cadeias industriais estratégicas, incluindo novos materiais e minerais críticos, lançando as bases para políticas subsequentes como o *Made in China 2025* e as diretrizes setoriais da indústria de terras raras.

de dispositivos eletrônicos e sistemas energéticos, consolidando seu papel como líder em todos os estágios da cadeia produtiva. Dados recentes, apresentados por Heider (2024), a China consolidou posição dominante nas cadeias globais de minerais críticos, controlando 98% da produção de gálio, 60% de germânio, 68% de níquel, 59% de lítio, 73% de cobalto, 80% das terras raras e 40% do cobre. O país também responde por 78% da fabricação mundial de células para baterias de veículos elétricos, abriga cerca de 75% das megafábricas de baterias de íons de lítio e é responsável por 92% da produção de ímãs permanentes utilizados em motores elétricos e turbinas eólicas.

A partir de 2015, sob pressões interna e internacional, a China passou a adotar medidas seletivas de sustentabilidade ambiental, e promoveu o fechamento de minas ilegais e a reestruturação de empresas menos eficientes. Simultaneamente, passou a importar concentrados de outros países, como forma de preservar suas reservas e minimizar impactos ecológicos, sem comprometer sua indústria instalada.

No plano externo, a China executa uma política ativa de internacionalização mineral. Nesse sentido, empresas como a Shenghe Resources e a CMOC têm adquirido participações em projetos de ETRs na Austrália, na Groenlândia e no Brasil, a exemplo da aquisição da Niobras, em Ouvidor (GO), valendo-se de uma diplomacia mineral que frequentemente se articula à *Belt and Road Initiative*²⁴ (Castro; Peiter; Góes, 2020, p. 364,365). Essa atuação visa não apenas diversificar o fornecimento e garantir resiliência, mas também exercer poder estrutural por meio da dependência externa.

Além disso, essa dominação também se expressa na capacidade normativa da China. O plano *Made in China 2025*²⁵ define como meta a liderança em setores de alto valor agregado como veículos elétricos, tecnologias da informação e energia renovável, todos fortemente dependentes de minerais críticos (Kalantzakos, 2017, p. 121). O plano também desempenha papel central na consolidação da China como

²⁴ *Belt and Road Initiative* também conhecida como Nova Rota da Seda, é uma estratégia de desenvolvimento de infraestrutura e cooperação internacional liderada pela China. Visa fortalecer a conectividade, o comércio e as relações entre a China e outros países, abrangendo diversos setores como transportes, energias e telecomunicações.

²⁵ O *Made in China 2025* é um plano estratégico do governo chinês, lançado em 2015, que visa modernizar a base industrial do país e transformá-lo em um líder global em manufatura avançada. O plano tem como objetivo principal superar as dependências tecnológicas estrangeiras e fortalecer a capacidade de inovação e produção de alta tecnologia da China, especialmente em setores como robótica, inteligência artificial, veículos elétricos e tecnologia da informação

potência tecnológica e mineral, ao articular investimentos em cadeias globais de fornecimento e produção de alto valor agregado. Nesse contexto, empresas chinesas como a Ganfeng Lithium, Tianqi e BYD ampliaram sua presença internacional por meio da aquisição de ativos estratégicos de lítio na Argentina, Chile, México, Bolívia, Mali e África, garantindo o abastecimento da crescente indústria de baterias e veículos elétricos. A CATL, por sua vez, lidera consórcios para extração de lítio e colabora com fabricantes globais como Tesla, Volkswagen e BMW por meio de acordos de fornecimento e cooperação estratégica.

Paralelamente, a China estabeleceu *joint ventures* com empresas como a Huayou Cobalt e o Tsingshan Holding Group, para assegurar o fornecimento de níquel e cobalto — minerais essenciais para a transição energética. Esses movimentos revelam uma diplomacia mineral assertiva, voltada à consolidação do país como centro das cadeias produtivas de minerais críticos

Além do setor mineral, o *Made in China 2025* impulsionou mais de US\$ 100 bilhões em investimentos para o desenvolvimento de setores estratégicos como inteligência artificial, telecomunicações, robótica, veículos autônomos e aeroespacial, com metas de liderança até 2049. A criação da Bolsa de Metais de Xangai, em competição direta com a London Metal Exchange (LME) — principal centro mundial de negociação de metais — e a adesão à Parceria Regional Econômica Abrangente (RCEP), reforçam o projeto chinês de moldar e liderar uma nova arquitetura econômica global centrada na (Heider; Fonseca, 2024).

Já o plano *China Standards 2035*²⁶ visa posicionar a China como protagonista na definição dos padrões técnicos da próxima geração de tecnologias emergentes — incluindo inteligência artificial, 5G, internet das coisas e manufatura avançada — consolidando sua influência normativa sobre normas, certificações e diretrizes técnicas em escala global (FGV, 2021).

Portanto, a política chinesa é marcada por uma abordagem multiescalar e integrada, que combina soberania mineral, controle produtivo, regulação ambiental seletiva, expansão internacional e poder normativo. Essa arquitetura consolidou a China como o ator hegemônico na geopolítica dos minerais críticos, impondo desafios

²⁶ *China Standards 2035* é um projeto de 15 anos do governo chinês para estabelecer padrões globais para tecnologias emergentes e se tornar líder na próxima revolução industrial. Seu objetivo é fortalecer o domínio tecnológico chinês, especialmente em áreas como IA e 5G, e influenciar a direção do desenvolvimento tecnológico global.

significativos a outros Estados que buscam inserção soberana nas cadeias industriais do futuro. (Castro; Peiter; Góes, 2020)

4.2 COMPARAÇÃO BRASIL-CHINA: POLÍTICAS, CAPACIDADE E RESULTADOS

A análise comparativa entre Brasil e China no campo dos minerais críticos revela profundas assimetrias estruturais, institucionais e geoeconômicas que afetam a capacidade de cada país de participar ativamente nas cadeias globais de valor desses recursos estratégicos.

4.2.1 Presença geológica e capacidade de produção

Ambos os países possuem expressivas reservas de minerais críticos. Contudo, as capacidades de produção e transformação industrial divergem de forma acentuada. A China, desde a década de 1990, consolidou-se como líder global na produção de terras raras, respondendo por cerca de 60% da produção mundial e quase 90% da capacidade de refino desses elementos (Igarapé, 2023, p. 27). Esse domínio resulta de décadas de planejamento estatal, investimentos em infraestrutura e políticas de controle sobre a cadeia produtiva (Klinger, 2017, p.71).

Além das terras raras, a China é o maior produtor mundial de grafita natural e tungstênio, além de figurar entre os principais produtores globais de antimônio, lítio e outros minerais (IEA 2023, p.67-70). O país também controla grande parte das etapas *midstream* de outros minerais críticos, como o cobalto e o níquel, por meio de refinarias e ativos de mineração localizados no exterior, especialmente na África e na América Latina (IEA, 2023, p.74).

No contexto brasileiro, destaca-se o protagonismo no nióbio, com aproximadamente 85% da produção mundial, concentrada majoritariamente no estado de Minas Gerais (Ibram, 2024, p. 54). Além disso, o Brasil possui a terceira maior reserva global de terras raras e avança na exploração de lítio, sobretudo na região do Médio Jequitinhonha, em Minas Gerais (Ibram, 2024, p. 24). Contudo, a produção nacional de minerais como cobre, níquel, manganês de alta pureza e grafita natural ainda é limitada em escala global, e a capacidade de transformação industrial desses insumos permanece restrita.

No que tange ao lítio, o Brasil alcançou uma produção de aproximadamente 2,7% da produção mundial em 2023, concentrada principalmente na região do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais. Em contraste, a China produziu cerca de 18% da produção global no mesmo período, reforçando sua posição como um dos maiores processadores globais desse insumo estratégico (Ibram, 2024, p. 23).

Importante salientar que, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil (SGB), menos da metade da superfície terrestre nacional foi devidamente mapeada, com uma concentração significativa de estudos apenas na região Sudeste, em função de sua maior acessibilidade e histórico de exploração mineral. Em contrapartida, áreas como o norte e o noroeste da Amazônia permanecem amplamente subexploradas, em razão de limitações de infraestrutura, dificuldades logísticas de acesso e da complexidade geotectônica dessas regiões, que exigem investigações geocientíficas mais avançadas. Essa lacuna de conhecimento geológico não apenas restringe a identificação de novos depósitos de minerais críticos e estratégicos, mas também gera um ambiente de vulnerabilidade para as comunidades locais, que frequentemente se tornam alvo de pressões por parte de agentes externos interessados em explorar, de forma informal ou ilegal, os recursos minerais existentes em áreas remotas e de baixa presença estatal (Igarapé, 2023, p. 9-10).

Essa assimetria evidencia não apenas uma diferença em termos de escala produtiva, mas também a existência de uma lacuna tecnológica e logística que limita a capacidade brasileira de agregar valor aos seus recursos geológicos. Enquanto a China transformou sua base mineral em uma alavanca para o desenvolvimento industrial e tecnológico, o Brasil ainda mantém um perfil predominantemente primário-exportador.

4.2.2 Infraestrutura Logística e Industrial

A infraestrutura industrial chinesa é um dos principais fatores que explicam a atual assimetria entre Brasil e China na capacidade de agregar valor aos minerais críticos. No caso chinês, observa-se a construção de cadeias de valor altamente integradas, com domínio nas etapas de refino, processamento e manufatura de produtos. Esse protagonismo resulta de décadas de planejamento estratégico, investimentos estatais massivos em capacidade industrial e políticas orientadas para

a autossuficiência tecnológica e a segurança de fornecimento (Igarapé, 2023, p. 6-7, 18).

Além disso, o país controla entre 70% da produção e 90% do refinamento global de minerais críticos como terras raras, cobalto, grafita natural e lítio, enquanto seus principais competidores, como EUA e União Europeia, controlam menos de 5% cada, o que posiciona a China como um elo central nas cadeias globais de transição energética (IEA, 2023, p. 58). O país conta com um parque industrial diversificado, capaz de converter matérias-primas em produtos estratégicos como baterias, ímãs permanentes e componentes eletrônicos, reforçando sua liderança nos mercados finais de alto valor agregado (Igarapé, 2023, p. 12).

Em contrapartida, o Brasil enfrenta restrições estruturais persistentes que limitam sua capacidade de agregar valor aos minerais críticos. Embora possua uma ampla base de recursos naturais, o país apresenta deficiências históricas em infraestrutura e um baixo nível de integração entre os segmentos de mineração, transformação mineral e indústria de bens finais. Essas limitações elevam os custos operacionais e reduzem a competitividade internacional dos produtos minerais brasileiros, dificultando a sua inserção nas cadeias globais de valor agregado. Para superar esses desafios, o Brasil necessita de políticas industriais mais robustas, com foco na integração completa das cadeias produtivas, no estímulo à inovação tecnológica e na criação de zonas de processamento de transformação mineral nas regiões mineradoras (Ibram, 2024, p. 54-55).

Essa fragilidade industrial se manifesta, por exemplo, na ausência de plantas de separação avançada de terras raras e na limitada capacidade nacional de produção de baterias e componentes tecnológicos. O Instituto Igarapé (2023) destaca que, sem políticas robustas de fomento à indústria de transformação, o Brasil tende a permanecer na condição de fornecedor periférico de matérias-primas para cadeias produtivas controladas por potências industriais como a China e EUA.

Adicionalmente, gargalos institucionais, carência de investimentos públicos em infraestrutura e insuficiente coordenação entre setores público e privado agravam a dificuldade de desenvolvimento de um complexo mineral-industrial competitivo e integrado. Mesmo os esforços recentes, como a Política Pró-Minerais Estratégicos e

iniciativas de *friendshoring*²⁷, ainda carecem de escala e continuidade suficientes para reverter essa situação (Igarapé, 2023, p. 1 e 26).

Portanto, a comparação evidência um descompasso estrutural entre os dois países, no qual a China avança como líder global na industrialização dos minerais críticos, enquanto o Brasil ainda enfrenta desafios logísticos, tecnológicos e institucionais que limitam seu potencial de inserção nas cadeias globais de valor.

4.2.3 Políticas Governamentais e Incentivos

Os minerais críticos, elementos essenciais para tecnologias modernas e transição energética, têm recebido tratamentos marcadamente diferentes por parte de Brasil e China. A comparação entre as políticas governamentais desses países evidencia abordagens profundamente distintas em termos de coordenação estatal, instrumentos de incentivo e integração nas cadeias de valor. A experiência chinesa caracteriza-se por uma política mineral fortemente centralizada e orientada por planos de longo prazo, sustentada por um aparato estatal robusto e por políticas industriais agressivas. Desde a década de 2000, a China passou a considerar o planejamento estratégico de recursos minerais como uma prioridade nacional, implementando uma série de medidas voltadas ao fortalecimento do controle sobre sua base mineral e sua posição nas cadeias globais.

A adoção de cotas de exportação de terras raras em 2010, que culminou na crise global de preços em 2011, foi um marco dessa política, ao lado da proibição de investimentos estrangeiros em segmentos sensíveis da cadeia mineral, como mineração e separação de terras raras, e do incentivo à exportação de produtos manufaturados de maior valor agregado. Além disso, medidas como o estímulo à formação de reservas estratégicas e a restrição da mineração de monazita com elementos radioativos reforçaram o caráter soberano da política chinesa para os minerais críticos (Igarapé, 2023, P. 10-12).

²⁷ Friendshoring é uma estratégia de realocação de cadeias de suprimentos para países que são considerados aliados geopolíticos ou parceiros comerciais confiáveis, com o objetivo de reduzir riscos e aumentar a estabilidade da cadeia de produção. Em essência, empresas buscam parceiros que compartilhem valores políticos, econômicos e estratégicos para garantir a segurança de suas operações e evitar interrupções causadas por instabilidades em outras regiões

Outro elemento distintivo da política chinesa é a promoção da internacionalização de suas empresas por meio da aquisição de ativos minerais estratégicos em países fornecedores. No Brasil, isso se materializou com a aquisição, em 2016, da Nióbio Brasil Limitada e da Fosfatos Brasil Limitada, anteriormente controladas pela Anglo American. Tais movimentos fazem parte de uma política mais ampla de Pequim para diversificar geograficamente seu suprimento de recursos estratégicos e garantir maior controle sobre fontes externas de matérias-primas essenciais (Igarapé, 2023, p. 21).

Em contraste, recentemente o Brasil tem avançado de forma mais fragmentada na formulação de políticas públicas para minerais críticos e estratégicos. Iniciativas como o Plano Nacional de Mineração 2030, o Programa de Mineração e Desenvolvimento (2020-2023), o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos (2018) e o Plano Nacional de Mineração 2050 estabeleceram diretrizes voltadas à ampliação do conhecimento geológico, ao fortalecimento da regulação mineral e à promoção da agregação de valor no território nacional (Igarapé, 2023).

Atualmente, o Ministério de Minas e Energia anunciou a elaboração de um novo Plano Nacional de Minerais Estratégicos, com metas que incluem a reestruturação da Agência Nacional de Mineração (ANM), o fortalecimento do Serviço Geológico do Brasil (SGB) e a ampliação do financiamento para pesquisa e mapeamento geológico, com adoção de critérios de sustentabilidade ambiental, social e de governança (ESG) no licenciamento de projetos. Além disso, há discussões sobre a revisão do Código de Mineração e sobre a criação de zonas de processamento mineral para estimular o adensamento das cadeias produtivas. Apesar desses avanços, o Brasil permanece atrás de outros países em termos de atratividade para investimentos no setor mineral. O país ocupa posições pouco favoráveis em rankings internacionais, como o *Ease of Doing Business*²⁸ e o Índice de Atratividade de Investimentos em Mineração²⁹,

²⁸ *Ease of Doing Business* é o termo "Facilidade de Fazer Negócios", e refere-se a um índice publicado pelo Banco Mundial que avalia a facilidade com que empresas podem ser estabelecidas e operadas em diferentes economias. Um *ranking* mais alto (um valor numérico menor) indica um ambiente regulatório mais favorável aos negócios, com regulamentações mais simples e maior proteção aos direitos de propriedade.

²⁹ Índice de Atratividade de Investimentos em Mineração é uma medida que avalia o quão atraente é um determinado local para investimentos no setor de mineração, levando em consideração fatores como potencial mineral e políticas governamentais. Este índice é frequentemente utilizado para comparar diferentes jurisdições e identificar áreas com maior potencial de atrair investimentos

refletindo preocupações recorrentes sobre segurança jurídica, morosidade regulatória e instabilidade institucional. Além disso, desafios como os longos prazos médios entre a descoberta e a produção, estimados em 17 anos, e a baixa participação brasileira nos orçamentos globais de exploração mineral reforçam a percepção de que o Brasil ainda carece de uma política mineral efetiva e integrada que seja capaz de posicioná-lo de maneira mais competitiva nas cadeias globais de minerais críticos (Igarapé, 2023, p. 16-21).

4.2.4 Inserção nas Cadeias Globais de Suprimentos

A comparação entre Brasil e China quanto à inserção nas cadeias globais de suprimentos de MCEs evidencia disparidades estruturais significativas. A China consolidou-se como elo central nas etapas intermediárias (processamento e refino) e finais (manufatura) dessas cadeias, dominando atividades de alto valor agregado, como baterias, ímãs e componentes eletrônicos (Igarapé, 2023).

Em contraste, o Brasil permanece majoritariamente como exportador de minerais críticos em seu estado bruto ou semifabricado, participando pouco das fases que geram maior valor econômico. Dados recentes mostram que, em 2022, o superávit comercial brasileiro em MCEs foi de US\$ 27,9 bilhões com grande concentração em bens primários, como o minério de ferro e o nióbio (Igarapé, 2023, p. 23-24). Assim, estabeleceu-se um ciclo de dependência com a China, principal destino das exportações brasileiras de MCEs. O Brasil exporta minerais brutos a preços mais baixos e importa esses mesmos minerais já processados por valores significativamente maiores, evidenciando a perda de oportunidades econômicas para o país. 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 (Igarapé, 2023, p. 24). Essa inserção periférica nas cadeias globais reflete, em grande medida, a ausência histórica de uma política industrial robusta voltada para a verticalização produtiva, a agregação de valor e a construção de capacidades tecnológicas internas.

Enquanto a China adota políticas de controle e diversificação das suas cadeias de suprimentos, com foco na segurança de fornecimento e na autossuficiência, o

Brasil ainda carece de uma visão integrada de inserção global para os minerais críticos. O desafio brasileiro reside em romper com o papel tradicional de fornecedor de matérias-primas e avançar para uma participação mais qualificada nas cadeias de valor globais, o que inclui, por exemplo, o desenvolvimento de plantas de processamento de terras raras, a produção de componentes para veículos elétricos e o estabelecimento de centros de pesquisa em tecnologia mineral. Esta transformação poderia gerar empregos qualificados, aumentar a receita de exportações e posicionar o Brasil como um ator estratégico na transição global para tecnologias limpas. Essas iniciativas demandam investimentos em infraestrutura, inovação tecnológica, capacitação industrial e políticas públicas consistentes (Ibaram, 2024, p. 54-55).

4.2.5 Regulação Ambiental e Riscos Sociais

A expansão das cadeias de suprimento de minerais críticos tem gerado crescente preocupação com os impactos socioambientais da mineração, tanto na China quanto no Brasil, ainda que sob contextos e marcos regulatórios distintos. Na China, os severos problemas ambientais provocados pela exploração de terras raras, como a contaminação de solos, águas subterrâneas e atmosféricas na região de Bayan Obo, resultaram na adoção de medidas mais restritivas a partir da década de 2010. Entre essas medidas estão o fechamento de minas ilegais, a imposição de cotas de produção e exportação, e a centralização das atividades em conglomerados estatais, com o objetivo de melhorar o controle ambiental e reduzir os danos socioambientais.

Além da proteção ambiental propriamente dita, o governo chinês passou a utilizar estrategicamente a regulação ambiental como instrumento de controle do mercado global. A restrição das exportações de minerais como o grafita natural, o gálio e o germânio, alegadamente por motivos ambientais, também têm sido interpretados como um mecanismo de pressão nas disputas comerciais e tecnológicas com o Ocidente demonstrando o uso geopolítico dos recursos energéticos. Essa abordagem evidência a utilização da regulação ambiental como ferramenta de governança estratégica, reforçando a capacidade do Estado chinês de controlar tanto a oferta interna quanto a disponibilidade internacional desses insumos (Kumar; Viswanathan, 2025, p. 64-67).

No Brasil, o quadro é marcado por um conjunto robusto de normas ambientais, incluindo o licenciamento ambiental, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e a consulta prévia a povos indígenas, conforme previsto na Convenção 169 da OIT. Entretanto, a efetividade desses instrumentos é limitada por fragilidades institucionais, déficit de fiscalização e por tentativas recorrentes de flexibilização de requisitos regulatórios, especialmente em projetos classificados como de interesse nacional.

Adicionalmente, o Brasil enfrenta desafios quanto à integração de critérios ESG na mineração de MCEs (Igarapé, 2023, p. 13-14). Em 2020, o Governo Bolsonaro tentou acelerar a mineração nas terras indígenas com o PL nº 191/2020 que gerou muita resistência. A proposta de lei, que autorizava a exploração de minérios em terras indígenas, enfrentou a oposição das maiorias das lideranças indígenas envolvidas e, antes mesmo da sua aprovação, foi um fator de conflito político na Amazônia brasileira, em especial nos Estados de Roraima e Amazonas. A recente aprovação, pelo Senado Federal, do PL nº 2.159/2021, que institui a nova Lei Geral do Licenciamento Ambiental (LGLA), representa uma mudança relevante no marco regulatório brasileiro, com possíveis impactos diretos sobre a governança socioambiental da mineração de minerais críticos. O texto, aprovado em maio de 2025 no Congresso Nacional, estabelece normas gerais para o licenciamento ambiental no país, buscando uniformizar procedimentos e simplificar a análise de empreendimentos classificados como de baixo e médio impacto. Entre as inovações destacam-se a criação da Licença Ambiental Especial (LAE), com rito acelerado para projetos considerados estratégicos pelo governo, e a ampliação da Licença por Adesão e Compromisso (LAC), baseada em autodeclaração do empreendedor (Brasil, 2025).

Em termos comparativos, enquanto a China combina regulação ambiental com objetivos estratégicos de controle de mercado, o Brasil ainda busca consolidar uma governança socioambiental capaz de conciliar expansão da produção mineral com a preservação ambiental e a proteção de direitos sociais.

4.3 CONCLUSÃO PARCIAL

A análise comparativa realizada ao longo deste capítulo evidência um amplo conjunto de assimetrias estruturais, institucionais e tecnológicas entre Brasil e China no campo dos minerais críticos e estratégicos. Enquanto a China consolidou sua

posição como líder global, com domínio sobre todas as etapas da cadeia de valor — da prospecção geológica ao fornecimento de bens finais de alto valor agregado — o Brasil ainda ocupa uma posição periférica, caracterizada pela exportação de produtos primários e pela baixa capacidade de agregação de valor no território nacional.

Do ponto de vista das políticas públicas, a trajetória chinesa demonstra a importância de uma ação estatal coordenada, baseada em planejamento de longo prazo, investimentos consistentes em infraestrutura e tecnologia, e uma forte vinculação entre segurança de fornecimento e política industrial. Em contrapartida, o Brasil apresenta avanços recentes, como a Política Pró-Minerais Estratégicos e os esforços para reestruturar a ANM, mas ainda carece de uma política nacional integrada e de instrumentos de incentivo comparáveis aos praticados pela China.

No campo da infraestrutura, as deficiências logísticas e industriais brasileiras limitam a competitividade internacional do país, reforçando a dependência de mercados externos, especialmente da China, para o processamento e a industrialização de minerais críticos. Esse cenário é agravado pela falta de integração entre os setores de mineração, transformação e manufatura, além de gargalos institucionais que dificultam a atração de investimentos de longo prazo.

Quanto à regulação ambiental, o Brasil mantém um marco jurídico formalmente robusto, mas enfrenta desafios significativos na sua implementação efetiva, sobretudo nas regiões amazônicas. A recente aprovação, pelo Senado Federal, do PL nº 2.159/2021, que trata da nova Lei Geral do Licenciamento Ambiental, representa um avanço importante na tramitação legislativa de um novo marco regulatório para o setor. Contudo, por ainda precisar de análise e votação na Câmara dos Deputados, o texto final da proposta permanece incerto quanto ao seu conteúdo definitivo e à sua aprovação integral. Mesmo assim, o atual estágio de tramitação já sinaliza uma tendência de flexibilização de procedimentos, com potenciais impactos sobre a governança socioambiental da mineração de minerais críticos no Brasil.

As lições estratégicas extraídas desta comparação reforçam a urgência de o Brasil adotar uma política mineral mais assertiva, capaz de articular segurança de suprimento, desenvolvimento industrial, proteção ambiental e inserção internacional ativa. Isso inclui a ampliação do conhecimento geológico, o fortalecimento da capacidade regulatória, o estímulo à inovação tecnológica, o investimento em infraestrutura e a definição de uma diplomacia mineral que posicione o país de forma mais soberana nas cadeias globais de MCEs.

5 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo desta dissertação demonstrou que a ascensão dos MCEs ao centro da geopolítica internacional está associada à convergência entre transição energética, revolução tecnológica e competição interestatal por autonomia estratégica. Estes minerais deixaram de ser apenas insumos industriais para se tornarem ativos geoeconômicos disputados por potências emergentes e estabelecidas. A partir de uma abordagem teórica que integrou realismo geopolítico, segurança de recursos e governança ambiental, foi possível interpretar a disputa global por MCEs como um campo de reconfiguração da ordem internacional e de redefinição dos papéis dos Estados na coordenação de cadeias produtivas críticas.

Igualmente, a trajetória comparativa entre Brasil e China revelou assimetrias estruturais profundas. Enquanto a China consolidou uma política mineral coordenada, baseada em planejamento estatal de longo prazo, domínio sobre as etapas industriais de maior valor agregado e poder normativo na definição de padrões tecnológicos globais, o Brasil permaneceu inserido de forma predominantemente primário-exportadora, com baixa capacidade de transformação industrial e dependência de centros externos de refino. Assim, entre as principais fragilidades brasileiras destacam-se: infraestrutura de transporte deficiente, custos logísticos elevados, ausência de incentivos sustentados à inovação, gargalos regulatórios e fragmentação institucional, que explicam, em grande medida, a dificuldade brasileira em transformar sua dotação geológica em influência geopolítica.

Ao longo da pesquisa, constatou-se que os obstáculos enfrentados pelo Brasil vão além da carência de uma estratégia nacional formalizada. O principal desafio reside na inexistência de um projeto político de longo prazo, que reconheça os MCEs como instrumentos de poder, segurança nacional e barganha geopolítica. A comparação com a China evidencia que o sucesso da política mineral chinesa não se deve apenas à centralização estatal ou ao controle produtivo, mas à integração deliberada entre segurança de suprimento, política industrial, diplomacia econômica e ambição geopolítica. O Brasil, por sua vez, hesita em adotar postura semelhante. Isso não se trata apenas de uma limitação técnica, mas de uma escolha política reiteradamente postergada.

Mesmo com avanços recentes, como o PL nº 2.780/2024, que propõe instituir a PNMCE, e a tramitação da nova Lei Geral do Licenciamento Ambiental (PL nº

2.159/2021), o país continua a agir de forma reativa. A governança mineral brasileira segue fragmentada, marcada por sobreposições de competência, insegurança jurídica e baixa articulação interinstitucional. A ANM opera com limitações estruturais, e os mecanismos de coordenação políticas permanecem incipientes. O Brasil não parece disposto a pagar o ônus político de liderar esse setor: enfrentar resistências de grupos ambientalistas mediar tensões com comunidades locais e conduzir reformas institucionais de grande envergadura. Essas medidas envolvem riscos e geram controvérsias, exigindo escolhas claras, que exigem liderança, articulação e responsabilidade institucional.

Os resultados obtidos também produzem implicações relevantes para a Marinha do Brasil. A pesquisa contribui para a ampliação da consciência situacional marítima ao demonstrar que a disputa global por minerais críticos incide diretamente sobre os fluxos estratégicos da Amazônia Azul, sobretudo diante do potencial ainda incipiente de exploração desses recursos na plataforma continental brasileira. Nesse sentido, destaca-se a Elevação do Rio Grande, já reconhecida pela literatura especializada como área com elevada probabilidade de ocorrência de depósitos de minerais estratégicos.

Adicionalmente, o estudo oferece subsídios ao planejamento de Defesa ao evidenciar que os minerais críticos constituem ativos sensíveis à segurança nacional, influenciando a autonomia tecnológica, a resiliência das cadeias logísticas e o grau de vulnerabilidade externa do País.

Por fim, os achados reforçam a importância de manter e fortalecer a presença e a soberania naval em áreas de interesse estratégico, sobretudo diante do crescente interesse internacional pelos recursos da Amazônia Azul e das perspectivas futuras de exploração mineral na Elevação do Rio Grande.

Diante desse quadro, quatro diretrizes políticas se impõem, não como recomendações genéricas, mas como rupturas necessárias com a lógica da dependência: (i) estabelecer uma política nacional com autoridade executiva clara, metas de médio e longo prazo, e vínculo direto com os planejamentos energético e industrial; (ii) fortalecer a ANM e o SGB com orçamento, pessoal técnico e autonomia decisória; (iii) atrelar incentivos fiscais à agregação de valor no território nacional, incluindo centros de refino, metalurgia avançada e inovação aplicada; e (iv) desenvolver uma diplomacia mineral pragmática, que proteja o interesse nacional em

negociações multilaterais e em acordos comerciais estratégicos. Tais medidas exigem visão de Estado e não apenas bons diagnósticos.

Destarte, mediante a análise da literatura e por meio de reflexões críticas, esta pesquisa demonstrou que ter recursos não é sinônimo de poder. Logo, o Brasil pode continuar sendo uma potência geológica irrelevante — transferindo riquezas naturais ao exterior e importando dependência industrial, enquanto outros países capitalizam o valor geopolítico desses insumos — ou pode reconhecer que o verdadeiro protagonismo mineral exige escolhas difíceis, riscos controlados e decisões políticas de longo alcance. As cadeias de suprimento do futuro estão sendo definidas agora e permanecer inerte é, neste momento histórico, a forma mais perigosa de omissão do país.

REFERÊNCIAS

BERAHAB, Rim. **Key energy trends shaping 2025**: securing critical raw materials in a fragmented world. [Moroccan]: Policy Center for the New South, 2025. Disponível em: https://www.policycenter.ma/sites/default/files/2025-01/PB_02-25_%20%28Rim%20Berahab%29.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021**. Institui a Política Pró-Minerais Estratégicos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: maio 2025.

BRASIL. **Decreto nº 11.120, de 5 de julho de 2022**. Permite as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e de seus derivados. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 07 maio 2025.

BRASIL tem a maior reserva ativa de nióbio: são cerca de 98,4% do total mundial. **Boletins Setoriais [FIEP]**, [São Paulo], 2 mar. 2022. Disponível em: <https://www.fiepr.org.br/boletins-setoriais/6/especial/brasil-tem-a-maior-reserva-ativa-de-niobio-sao-cerca-de-984-do-total-mundial-2-32022-413487.shtml>. Acesso em: 21 abr. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS (Brasil). **Projeto de Lei nº 2780, de 2024**. Institui a Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE), o Comitê de Minerais Críticos e Estratégicos (CMCE) e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2447259>. Acesso em: maio 2025.

CASTRO, Fernando F. de; PEITER, Carlos C.; GÓES, Geraldo S. **Minerais estratégicos e críticos**: uma visão internacional e da política mineral brasileira. Brasília: Ipea, 2023. (Texto para Discussão n. 2768).

COSTA, Fernando N. da. **Brasil possui mais de 90% das reservas conhecidas de nióbio**: CBMM domina o mercado global de nióbio controlando mais de 80% da oferta mundial. Blog Cidadania e Cultura, [S. l.], 24 fev. 2025. Disponível em: <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2025/02/24/brasil-possui-mais-de-90-das-reservas-conhecidas-de-niobio-cbmm-companhia-brasileira-de-metalurgia-e-mineracao-domina-o-mercado-global-de-niobio-controlando-mais-de-80-da-oferta-mundial>. Acesso em: 21 abr. 2025.

CONGRESSO NACIONAL (Brasil). **Projeto de Lei nº 191/2020 – Mineração em Terras Indígenas**. Regulamenta o § 1º do art. 176 e o § 3º do art. 231 da Constituição para estabelecer as condições para pesquisa e lavra de recursos minerais e hidrocarbonetos em terras indígenas. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2236765>. Acesso em: maio 2025.

GILPIN, Robert. **War and change in world politics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

HEIDER, Mathias. Geopolítica das Terras Raras: artigo na íntegra. **In the Mine**, São Paulo, 6 maio 2021. Disponível em: <https://www.inthemine.com.br/site/geopolitica-das-terras-raras-artigo-na-integra/>. Acesso em: maio 2025.

HEIDER, Mathias; FONSECA, David S. Geopolítica dos Minerais Críticos (Parte 1). **In The Mine**, São Paulo, 2 maio 2024. Disponível em: <https://www.inthemine.com.br/site/geopolitica-dos-minerais-criticos-parte-01/>. Acesso em: maio 2025.

HEIDER, Mathias; FONSECA, David Siqueira. Geopolítica dos Minerais Críticos (Parte 2). **In The Mine**, São Paulo, 8 jul. 2024. Disponível em: <https://www.inthemine.com.br/site/geopolitica-dos-minerais-criticos-parte-ii/>. Acesso em: 05 maio 2025.

HUMPHREYS, David. **The remaking of the mining industry**. London: Palgrave Macmillan, 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **The role of critical minerals in clean energy transitions**. Paris: IEA, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Contribuição da Indústria da Mineração para o G20 Brasil 2024**. Brasília: IBRAM, 2024.

INSTITUTO IGARAPÉ. **Minerais críticos e estratégicos do Brasil em um mundo em transformação**. Rio de Janeiro: Instituto Igarapé, 2023. Disponível em: <https://igarape.org.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

JENKS, Carrie; DEWEY, Sara. **Environmental and energy executive orders: initial insights and what we're watching**. Cambridge: Environmental & Energy Law Program, Harvard Law School, 2025.

KLARE, Michael T. **The race for what's left: the global scramble for world's last resources**. New York: Metropolitan Books, 2012.

KLINGER, Julie Michelle. **Rare earth frontiers**: from terrestrial subsoils to lunar landscapes. Ithaca: Cornell University Press, 2017.

MEARSHEIMER, John J. **The tragedy of great power politics**. New York: W. W. Norton & Company, 2001.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília: MME/EPE, 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília: MME, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Política Nacional de Transição Energética**: PNTE 2024. Brasília, DF: MME, 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Programa Mineração e Desenvolvimento 2020–2023**: plano de metas e ações. [Publicado pela Portaria MME nº 354, de 28 de setembro de 2020]. Brasília, DF: MME, 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Relatório de Atualização dos Projetos Habilitados na Política Pró-Minerais Estratégicos – 2023**. Brasília, DF: DTTM/SNGM/MME, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Critical minerals for the energy transition**: UN Secretary-General's panel report. New York: United Nations, 2024.

PANORAMA do potencial do Brasil para minerais críticos e estratégicos: edição 2024. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2024. Disponível em: <https://sgb.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANTOS-FUSER, Lucivânia N. dos. A geopolítica das terras raras e a inserção do Brasil. **Geopolítica(s): Revista de estudios sobre espacio y poder**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 27–50, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5209/geop.79921>.