

CEBRI

IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL



COPPE
UFRJ

SGB
SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



O papel do Brasil na Agenda Global de Minerais Críticos e Estratégicos

PARCERIA:



PATROCÍNIO:



BHP

APOIO:



Cada país define sua listagem de Minerais Críticos e Estratégicos - MCE

MC Minerais Críticos

Fundamentais para cadeias produtivas estratégicas, cuja oferta está sujeita a restrições de suprimento — seja por dependência de importação, interrupções no fornecimento ou escassez de reservas em nível global

- **Risco de abastecimento** – Produção global está concentrada em poucos países, o que pode gerar vulnerabilidade geopolítica ou comercial.
- **Dificuldade de substituição** – Muitas vezes, não há alternativas viáveis ou economicamente acessíveis para substituir esses minerais.

✗ Brasil não apresenta listagem

ME Minerais Estratégicos

Essenciais para o desenvolvimento econômico, apresentando reservas significativas, potencial de produção e aplicação em setores de importância tecnológica e comercial em nível nacional

- **Importância crítica** – Fundamentais para setores estratégicos como defesa, energia, indústrias de alta tecnologia e transição energética.
- **Relevância para a economia brasileira** – Relevantes para a geração de superávit na balança comercial brasileira.

✓ Brasil apresenta listagem

- Materiais críticos e estratégicos representam um conjunto amplo de substâncias, sendo os chamados “minerais para a transição” um subconjunto dentro desse universo.
- Diferentes países apresentam definições próprias de criticidade, que envolve risco de suprimento e impacto econômico. Essas definições podem mudar ao longo do tempo.

								Outros usos
Alumínio	●	●	●	—	○	—	○	Construção, transporte, indústria, bebidas
Cobalto	—	—	—	●	—	—	—	Eletrônicos, ligas de aço
Cobre	●	●	●	●	●	○	○	Indústria, construção, eletrônicos, fiação
Grafite	—	—	—	●	—	—	—	Produção de aço, lubrificantes, lápis
Lítio	—	—	—	●	—	—	—	Eletrônicos
Neodímio	—	●	—	●	—	○	—	Ímãs para a indústria, eletrônicos
Níquel	—	○	—	●	●	○	○	Ligas de aço
Paládio e platina	—	—	—	—	—	—	—	Catalisadores automotivos
Polissilício	●	—	—	—	—	—	—	Ligas, lubrificantes, semicondutores
Prata	●	—	—	—	—	—	—	Joias, Indústria, Investimento
Aço	●	●	●	—	●	●	●	Construção, transporte, bens consumíveis
Urânio	—	—	—	—	—	●	—	Defesa

Importância do material para tecnologia de energia limpa:



Alta



Média



Pouca/nenhuma demanda ou não aplicável

Transição energética impulsiona demanda

A IEA (2025) projeta que, em cenários de neutralidade climática, **a demanda global por minerais críticos pode quadruplicar até 2040**. Esses insumos (como lítio, cobalto, grafita, níquel, terras raras) são fundamentais para baterias, turbinas eólicas, veículos elétricos e outros conversores de energia limpa.

Concentração geopolítica

A cadeia atual é marcada por forte concentração em poucos países – por exemplo, a **China produz ~61% das terras raras, 79% da grafita natural e domina o refino de vários metais.** Essa concentração acende um alerta global e motiva políticas de incentivo à diversificação de fornecedores.



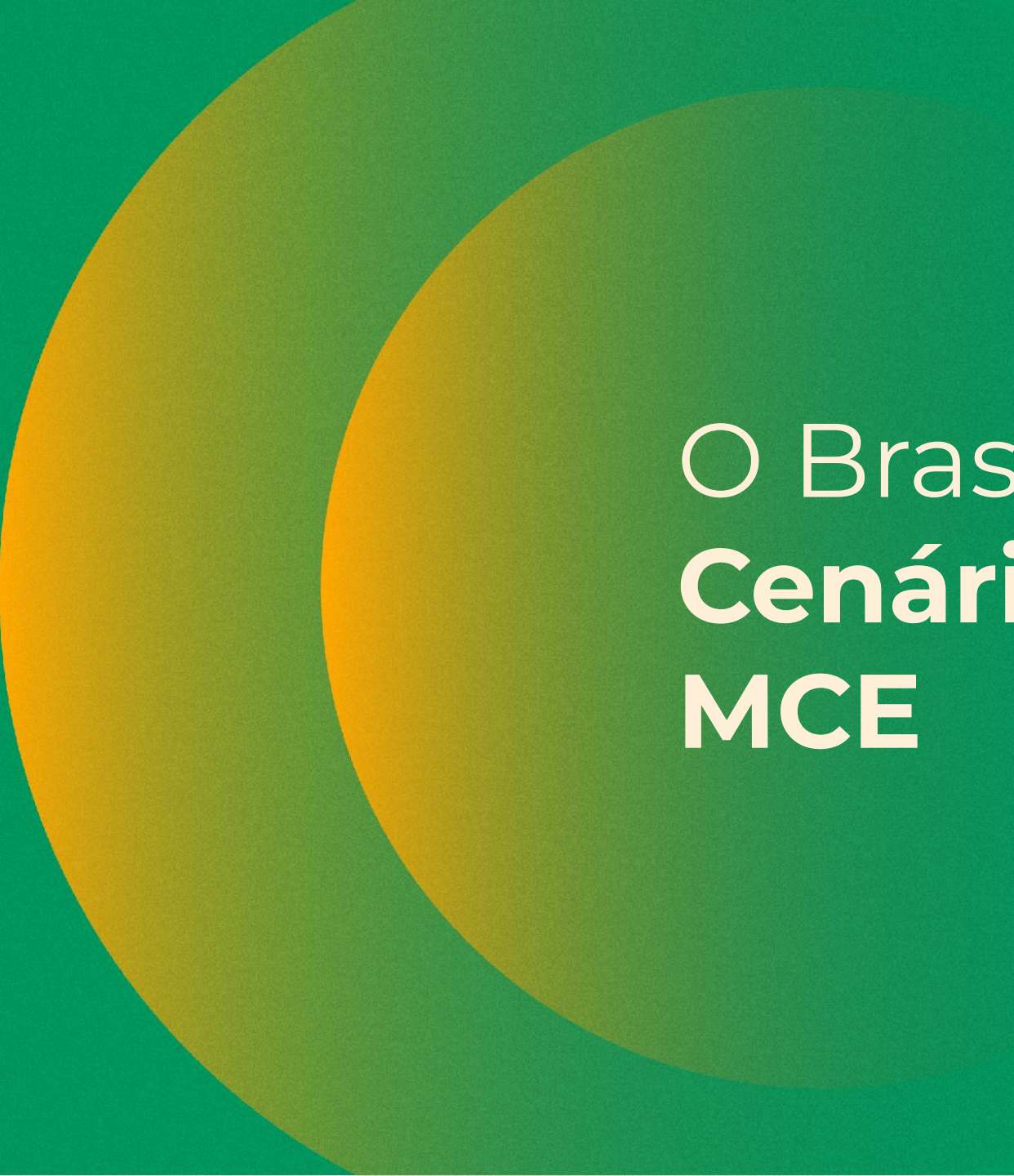
Importância para políticas públicas



Países como EUA (lista de 50 minerais críticos) e UE (34 matérias-primas críticas) **já definiram listas oficiais de minerais críticos e de minerais estratégicos**, orientando investimentos e regulações.



O Brasil, por sua vez, **ainda não possui lista oficial de “minerais críticos”**, apenas de “minerais estratégicos” – o que evidencia a necessidade de atualizar a agenda nacional frente a esse contexto global.



O Brasil no **Cenário dos MCE**

O Brasil possui um potencial geológico **significativo**

O Brasil detém reservas expressivas de diversos minerais estratégicos para a transição energética.

2ª maior reserva global de **terras raras**,
além de grandes recursos de **grafita, lítio, níquel, bauxita, minério de ferro** e praticamente monopólio em **nióbio**.

Essa dotação coloca o país em posição privilegiada para suprir a demanda em expansão.

Gigante exportador de minerais

A mineração brasileira é **majoritariamente voltada à exportação de *commodities* brutas** – em 2021, **~65% do valor da indústria extrativa foi exportado**. O Brasil é o **2º maior produtor de ferro** (17,5% da oferta global) e lidera em nióbio (>85% da produção mundial), mas nessas e em outras cadeias ainda captura pouco valor agregado localmente.



Desafio de infraestrutura e tecnologia

Apesar do potencial geológico (**dotação**), o Brasil enfrenta limitações para transformar sua riqueza mineral em produção industrial (**vocação**).

Falhas históricas em infraestrutura logística, lacunas no mapeamento geológico, desindustrialização, desestruturação das cadeias produtivas e baixa integração entre pesquisa e indústria resultam em dependência externa nas etapas de maior valor agregado, como refino e manufatura.



Esse contexto reforça a **urgência de ações estratégicas** para o Brasil aproveitar plenamente a janela de oportunidade dos MCE.

Benchmarking internacional

O que Austrália e Canadá mostram é que recursos minerais só geram desenvolvimento quando vêm acompanhados de visão estratégica e ação coordenada.

Tópico	 Brasil Demora 17 anos para colocar uma reserva em produção	 Austrália Demora em média 14 anos	 Canadá Demora em média 20 anos
Posição global	Potência mineral subaproveitada. Lidera em nióbio e ferro, cresce em lítio	Posição de destaque em lítio, grafita sintética e terras raras. Fortes cadeias integradas	Destaque em níquel, cobre e urânio. Avança em grafita e terras raras.
Refino e valor agregado	Exporta insumos brutos, pouco refino local	Incentiva industrialização e <i>midstream</i> local	Fortalece elos <i>downstream</i> (ex. sulfato de níquel, materiais de bateria)
Ambiente institucional	Licenciamento lento, marcos em evolução	Ambiente previsível, política mineral integrada	Alta estabilidade, forte articulação federal-provincial
Inovação e PD&I	Baixo investimento público em PD&I mineral	Royalties reinvestidos em inovação, <i>hubs</i> tecnológicos minerais	Centros de excelência em geologia e metalurgia, apoio à pesquisa aplicada
Incentivos estratégicos	BNDES e apoio setorial incipiente	Políticas claras de <i>critical minerals</i> e subsídios à produção	Políticas verdes, apoio à descarbonização e conteúdo local
Mensagem-chave	Janela de oportunidade aberta — precisa acelerar	Exemplo de integração entre recurso e política industrial	Modelo de segurança jurídica e inovação orientada à transição energética

Demanda
**Projetada de
MCE no Brasil**

Cenário de transição energética nacional

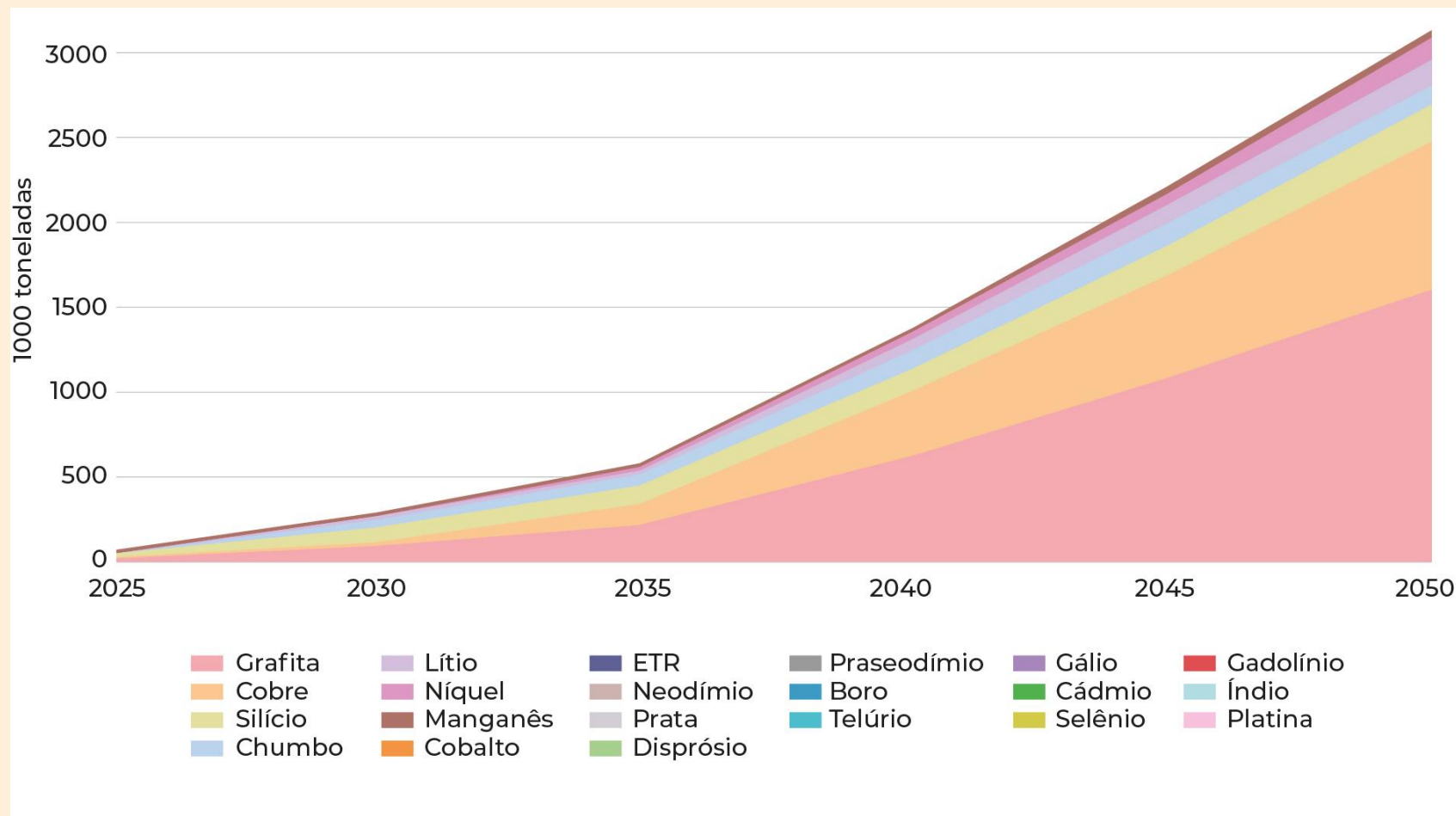
Com base no cenário “Transição Brasil” do PTE2 (NDC para neutralidade de emissões de GEE até 2050), é projetado um salto na demanda doméstica de minerais críticos.

Tecnologias de baixo carbono para cumprir as metas climáticas do país – baterias, geradores eólicos, painéis solares, veículos elétricos, etc. – **ganharão escala após 2035, exigindo grandes quantidades de MCE.**



Crescimento da demanda acelerado pós-2035

A partir de 2035, conforme as metas climáticas se intensificam, a procura por materiais dispara. Isso se traduz, por exemplo, em aumentos expressivos entre 2025 e 2050 (dados acumulados)



Obs: Trata-se da demanda "líquida", a quantidade de material em nível de pureza necessária para uso no conversor.

Para chegar a essa demanda líquida, é necessário a extração bruta num nível muito superior, considerando perdas inerentes nas diferentes etapas.

Demanda material acumulada no período de análise

Crescimento da demanda acelerado pós-2035

A partir de 2035, conforme as metas climáticas se intensificam, a procura por materiais dispara. Isso se traduz, por exemplo, em aumentos expressivos entre 2025 e 2050 (dados acumulados)

C Grafita (natural)	1.600 Kt	Anodo essencial: baterias já lideram o consumo global. Maior crescimento absoluto (100% da demanda estimada associada à baterias).
Li Lítio	133 Kt	Pilar da mobilidade elétrica. Salto exponencial até 2040 com a eletrificação veicular.
Cu Cobre	894 Kt	Nervos da transição: motores e eletrificação massiva. 75% puxado por baterias, redes e motores elétricos.
Ni Níquel	117 Kt	Baterias de alto desempenho puxam nova corrida pelo metal. Crescimento forte pós-2035 (99% para catodos)
Co Cobalto	17 Kt	Insumo estratégico e sensível. Estabilidade e rastreabilidade ganham peso Uso concentrado em químicas NMC (baterias).
ETR* (Nd, Dy, Pr, Gd)	12,8 Kt	Crítica para ímãs permanentes (essencial para geradores em turbinas eólicas e para motores elétricos*). Neodímio domina a demanda.
U Urânio	4,7 Kt	Complemento estável e limpo na matriz energética de longo prazo. Conclusão de Angra III, operando plenamente em conjunto com as usinas de Angra I e II.
Pt	0,002 Kt	A demanda será pressionada pela introdução de veículos a pilhas a combustível e potencialmente eletrólise. Aumento da demanda pode ocasionar problemas na oferta

Implicações

O cenário aponta uma transição materialmente intensiva.

Sem preparação, há risco de descasamento entre oferta e demanda, **criando gargalos nas cadeias produtivas** a partir de meados da década de 2030.



Isso sublinha a **necessidade de planejar a expansão da oferta de MCE com antecedência**, investindo em produção, substitutos, eficiência e reciclagem para evitar estrangulamentos.

Oferta
**Potencial de
MCE no Brasil**

Produção atual e oferta potencial

A riqueza mineral posiciona o **Brasil como fornecedor potencial de vários MCE em ascensão**. No entanto, muitos recursos estão subaproveitados ou restritos às etapas iniciais da cadeia. Aproveitar as oportunidades requer **expandir a produção e avançar em refino/beneficiamento no território nacional**.

Produção atual		Oferta potencial*		Produção atual		Oferta potencial*	* Produção e pesquisa, sem considerar perdas no processo
Fe Minério de Ferro	440 mil Kt	21,3 mi kt	Brasil é potência global, mas exporta minério bruto com pouca industrialização.	Ni Níquel	77 Kt	735 mil Kt	Capacidade instalada robusta, mas centrada em ferroníquel para aço inox.
C Grafita (natural)	68 Kt	105,3 mil Kt	4º maior produtor mundial. Exporta grafita natural, importa produtos de maior valor agregado.	Terras raras	0,020 Kt	5,5 Kt	Brasil possui a 2ª maior reserva mundial, mas ainda tem produção incipiente e depende de refino externo.
Li Lítio	10 Kt	740 Kt	Produção crescendo no Vale do Lítio, mas sem refino químico no país.	Al Bauxita	33 mil Kt (bauxita) 1,1 Kt (alumínio)	1809 Mt (bauxita) 475 mil kt (alumínio)	Alumínio nacional competitivo, mas enfrenta alto custo energético.
Cu Cobre	527 Kt	35,7 mil Kt	Exporta concentrado, importa produtos refinados — saldo industrial negativo.	Nb Nióbio	100 Kt	2,2 mil Kt	Líder absoluto, com >85% da produção global. Mineração consolidada, mas uso doméstico em produtos de alto valor ainda limitado.



Desafios e Gargalos para a Produção de MCE no Brasil

Lacunas no conhecimento geológico

50% do território nacional carece de mapeamento geológico detalhado, sobretudo na Amazônia.

Essa lacuna informacional **dificulta a descoberta de novas jazidas de MCE** e inibe investimentos exploratórios.

Financiamento e investimento escassos

A exploração mineral envolve **alto risco e ciclo longo, demandando mecanismos robustos** (fundos, linhas BNDES, incentivos fiscais) para impulsionar prospecção. É fundamental estimular modelos de negócio baseados em contratos de offtake. A cooperação entre países pode acelerar esses mecanismos e ampliar o acesso a capital.

Infraestrutura e capacidade industrial

Gargalos logísticos (transporte, energia) **encarecem projetos em regiões remotas** ricas em MCE.

Além disso, a pouca capacidade local de beneficiamento e refino de minerais críticos torna o Brasil dependente de cadeias globais.

Marcos regulatórios e institucionais

Apesar de melhorias recentes, investidores apontam **incertezas regulatórias e morosidade de licenciamento** como obstáculos significativos.

A falta de uma estratégia nacional clara para MCE até pouco tempo também significa ausência de priorização oficial nessas cadeias.

Capacidade tecnológica e técnica

São necessários **investimentos em P&D e qualificação profissional** para construir competências domésticas. Sem isso, corre-se o risco de ficar restrito à extração bruta, perdendo valor e autonomia estratégica.

Oportunidades Estratégicas



Reconfiguração das cadeias globais

Países consumidores estão buscando diversificar suas fontes, reduzindo dependência de fornecedores dominantes (como China, Rússia). Esse movimento abre ao Brasil uma oportunidade única de inserção como fornecedor seguro e sustentável em alianças globais.

Inserção nas cadeias de valor

Mais que exportar minério, o Brasil pode ascender nas cadeias produtivas, produzindo insumos refinados e até componentes, atendendo tanto a demanda doméstica da transição energética quanto mercados internacionais

Vantagem comparativa natural

Contar com reservas ricas em diversos MCE é um trunfo – especialmente se aliado a energia elétrica limpa e abundante (hidro, renováveis) para processos eletrometalúrgicos. Podemos produzir materiais estratégicos com pegada de carbono menor, diferencial importante no contexto atual.

Alavancas de desenvolvimento regional

Estados como Minas Gerais e Goiás já se movimentam com planos específicos para minerais estratégicos; outros (BA, PA, CE, RN) identificam vocações em grafita, terras raras, lítio etc. Esse protagonismo estadual, alinhado a uma estratégia nacional, tende a descentralizar o desenvolvimento, gerar empregos qualificados e fixar novas indústrias no país.

Cooperação latino-americana

Junto a países vizinhos líderes em certos metais (Chile, Peru, Argentina), o Brasil pode articular padrões comuns ambientais e de rastreabilidade, evitando a competição predatória e fortalecendo a posição negociadora do bloco.

C

Grafita

**Produção
atual 68
Kt**

**Reservas
atuais 74.000
Mt**

Demanda
(até 2050) no
conversor
final:
1600 Kt

+ Brasil como player global

Temos a **2ª maior reserva do mundo, atrás apenas da China** e somos 4º produtor mundial. Em 2024, a produção nacional atingiu 68 mil toneladas, com a nova mina de Santa Cruz (BA) iniciando operação e planejando expansão. A base geológica e produtiva já é existente – uma vantagem para atrair investimentos.

– Atual baixo valor agregado

A cadeia doméstica ainda é primário-exportadora: exportamos grafita bruta e importamos produtos de maior valor (grafita purificada, esferas anódicas), gerando déficit comercial (~US\$ 42 milhões em 2023). A falta de processamento interno dilui a captura de valor e expõe o país à volatilidade de preços de commodity

Fronteiras de oportunidade

- Ampliar a capacidade de purificação e produção de grafita de grau baterias no Brasil.
- Fomentar P&D conjunto entre empresas, CETEM, SGB-CPRM e universidades para melhorar rotas de refino e reciclagem.
- Estabelecer acordos com fabricantes globais de baterias e montadoras para garantir off-take.

Cu
Cobre

**Produção
atual 527
ktpa**

**Reservas
atuais 17.000
Kt**

**Demanda
(até 2050) no
conversor
final:
893 Kt**

+ Sistema nervoso da transição

Presente em painéis solares, aerogeradores, veículos elétricos (fiação, motores) e redes elétricas, o cobre é insumo estratégico tanto para energia limpa quanto para a digitalização. A demanda global por cobre “verde” deve crescer com investimentos em transmissão, carregamento de VE e eletrificação geral.

– Falta capacidade de refino

O Brasil tem reservas e produção significativas de concentrado de cobre (principalmente no Pará, Goiás e Bahia), exportando o concentrado bruto. No entanto, importamos cobre refinado (cátodos, fios) de países como Chile, China – um perfil pouco vantajoso mostrado pelos saldos do comércio exterior.

Fronteiras de oportunidade

- A expansão da capacidade doméstica de refino e fundição é essencial para reduzir o déficit comercial e consolidar um polo nacional de cobre refinado
- O fortalecimento da rede científica — liderada por instituições e universidades federais — pode ampliar a competitividade brasileira nas etapas de beneficiamento, reciclagem e refino.
- O Brasil tem potencial para liderar, junto a Chile e Peru, uma agenda regional de cobre sustentável, baseada em padrões ambientais convergentes e transparência nas cadeias de suprimento.

Li
Lítio

Produção
atual 10
ktpa

Reservas
atuais 390
Kt

Demanda
(até 2050) no
conversor
final:
133 Kt

+ Boom do Lítio

O lítio tornou-se sinônimo de baterias de veículos elétricos (87% do uso global já é para baterias). O Brasil historicamente tinha produção modesta, mas recentes descobertas em pegmatitos (principalmente no Vale do Lítio, em Minas Gerais) impulsionaram a extração de concentrado de espodumênio (o principal mineral usado na produção de lítio)

– Gap na cadeia

Apesar do salto na mineração, ainda exportamos lítio básico e importamos produtos de alto valor. Em 2023, a balança do lítio foi negativa em US\$ 60 milhões. Ou seja, outras economias estão agregando valor ao nosso insumo.

Fronteiras de oportunidade

- **Prioridade absoluta:** converter o concentrado de espodumênio em compostos de lítio para baterias dentro do Brasil.
- Estimular P&D em rotas hidrometalúrgicas inovadoras (menor impacto) e reciclagem de baterias de lítio em fim de vida.
- Embora MG lidere, há potencial no Nordeste (CE, RN, PB) e em áreas greenfield no Sul do Tocantins–Norte de Goiás e em Itambé (BA).

Ni

Níquel

Produção atual 77 ktpa

Reservas atuais 16 mil Kt

Demanda (até 2050) no conversor final: 117 Kt

+ Importância dual

O níquel é crucial tanto para indústrias tradicionais (64% do uso em aços inox) quanto para tecnologias limpas, integrando as baterias de alta densidade (NMC, NCA). O cobalto, frequentemente coproduzido do níquel, é outro metal-chave em catodos. Com a expansão dos VE, a demanda por níquel de alta pureza e cobalto ético está crescendo rapidamente.

! Potencial a explorar

Operação relevante (Vale e outros) e ~6% das reservas globais, distribuídas em depósitos lateríticos (PA, GO, BA) e sulfetados (MB, PA). A produção (~3% do mundo) é modesta frente ao potencial; a Indonésia domina >60% da oferta global atual. Cobalto: reservas conhecidas pequenas (1 mil t medidas; ~70 mil t inferidas), produzindo <2% do global como subproduto.

Fronteiras de oportunidade

- Integrar e agregar valor à produção de níquel, avançando das ligas básicas para níquel classe I e sulfato, aproveitando minas competitivas.
- Ampliar rotas hidrometalúrgicas em lateritos e otimizar fluxogramas de sulfetos, integrando recuperação de cobalto como coproduto e reciclagem de baterias de íon-lítio.
- Estruturar clusters próximos às operações — Araguaia, Piauí, Jaguar e Lagoa Grande — com acesso a logística integrada e energia limpa e barata, reduzindo custos e pegada de carbono.

Terras raras

Produção atual 20 ktpa

Reservas atuais 21 mil Kt

Demanda (até 2050) no conversor final:
12,8 Kt

+ Relevância estratégica

Os 17 elementos de terras raras (ETR) são insumos críticos para ímãs permanentes de alto desempenho (neodímio, praseodímio, disprósio, térbio especialmente) utilizados em motores elétricos e aerogeradores, além de aplicações em eletrônica, lasers, etc.. Com ~80% da produção mundial concentrada na China, **há forte pressão geopolítica para diversificar fontes.**

– Produção incipiente

O país possui a 2ª maior reserva global de ETR, principalmente em MG, GO, AM, TO e SP. Não há, porém, capacidade instalada de separação/refino de ETR no país. A Mineração Serra Verde (GO) iniciou em 2024 com meta de 5 mil t/ano de concentrado de ETR, marcando a estreia do Brasil na produção primária significativa.

Fronteiras de oportunidade

- Avançar além da mineração, implantando plantas de separação. A operação de Serra Verde é um começo, mas o objetivo deve ser produzir localmente oxidados e metais de ETR de grau elevado.
- Investir na reciclagem de ETR a partir de resíduo eletroeletrônico (ímãs fora de uso, baterias, eletrônicos, luminárias fluorescentes).
- Estruturar clusters regionais integrados à infraestrutura logística e energética competitiva.
- Cooperação com outros países produtores da América do Sul

Fe

Minério de Ferro

Produção atual **440.000 ktpa**

Reservas atuais **57.800 Mt**

+ Protagonismo global

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de minério de ferro, com produção estimada em 437 Mt em 2023 e reservas superiores a 15 bi ton. A estrutura produtiva, liderada pela Vale S.A., já conta com operações de grande escala e saldo comercial de ~US\$ 35 bi, refletindo a importância do setor na economia. Exportações incluem produtos de maior valor agregado como briquetes, úteis para a redução das emissões do setor.

? Transição energética e nova demanda

A produção de aço é um dos maiores emissores industriais de CO₂ no mundo. A demanda crescente por aço de baixo carbono para turbinas, veículos elétricos e construção verde cria uma nova exigência: minério de ferro de alta qualidade com logística e energia limpas.

Fronteiras de oportunidade

- Incentivar produção interna de semiacabados e produtos finais, reduzindo exportação de commodity bruta e alavancando a indústria.
- Apoiar investimentos em usinas de redução direta (DRI) e fornos elétricos usando minério de alto teor.
- Fomentar rotas metalúrgicas limpas e reciclagem de aço, integrando a cadeia do minério com a economia circular.
- Posicionar o Brasil como líder mundial em fornecimento de minério de ferro verde, aproveitando vantagens comparativas em qualidade do minério e energia renovável abundante.



Recomendações

Recomendações para Políticas Públicas

Ações coordenadas e imediatas são necessárias. A janela é curta – países concorrentes estão se movendo rápido. Uma política robusta de MCE orientará decisões de governo e dará segurança ao investidor de longo prazo.

1

Criar uma Estratégia Nacional de MCE

2

Fortalecer o conhecimento geológico (PlanGeo)

3

Criar um fórum permanente de partes interessadas para monitorar a agenda de minerais críticos

4

Acelerar a modernização regulatória já em curso

5

Lançar programas de PD&I específicos para minerais da transição

6

Instrumentos de financiamento e incentivo para projetos e infraestrutura

Recomendações para Cooperação Internacional

1

Capitalizar o interesse de potências em diversificar suprimentos de MCE firmando **acordos de cooperação**.

2

Utilizar fóruns como **G20, BRICS e COPs** para pautar a importância dos minerais críticos para a transição energética e segurança energética e propor iniciativas colaborativas.

3

Promover os projetos brasileiros de MCE em **roadshows internacionais**, destacando vantagens: reservas robustas, ambiente democrático estável, energia renovável abundante e incentivos governamentais.



O Brasil possui enorme potencial inexplorado para atender à nova era de demanda por minerais críticos e estratégicos, passando de exportador de minério a parceiro estratégico na descarbonização mundial.

Reservas abundantes

Demanda interna e externa crescendo

Com visão estratégica, o país pode **transformar essa conjunção em oportunidade histórica**, indo da posição de fornecedor de commodities a **líder em materiais estratégicos de alto valor**.

Diversificação econômica

Desenvolvimento em novas regiões mineradoras

Geração de empregos qualificados

Redução de vulnerabilidades externas

CEBRI

IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL



COPPE
UFRJ

SGB
SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



O papel do Brasil na Agenda Global de Minerais Críticos e Estratégicos

Relatório Técnico



PARCERIA:



PATROCÍNIO:



BHP

APOIO:

