

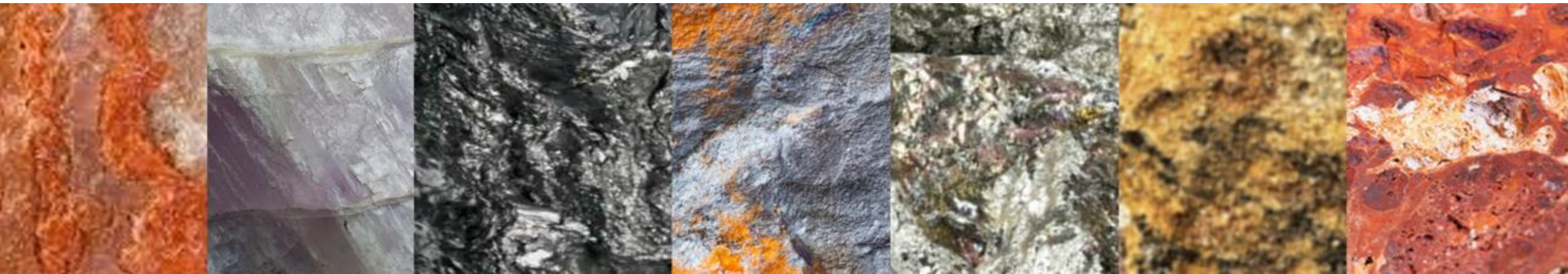
Minerais Críticos e Estratégicos

Diretrizes para a transição energética

Luciana Contador

Pesquisadora PCI

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM



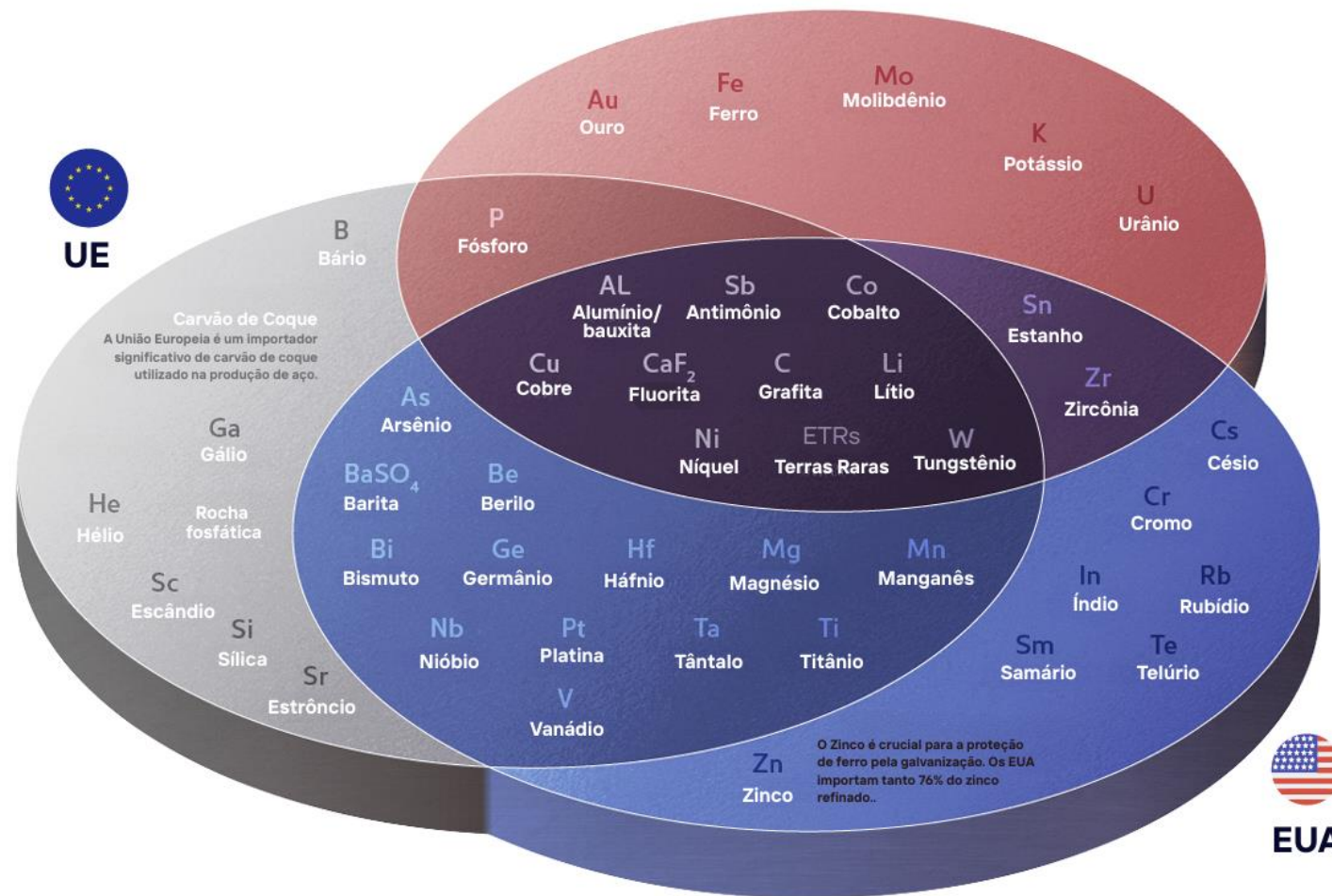
Minerais críticos

- **Demanda** significativa para a **produção interna**
- **Sem dotação** mineral nacional significativa em relação à demanda
- **Dependência** de **importação** em diferentes estágios da cadeia de valor
- **Risco** de **suprimento**

Minerais estratégicos

- **Dotação mineral** nacional significativa
- **Demanda** de **exportação** na forma bruta ou beneficiada
- **Importância econômica** para a balança comercial e/ou PIB
- São aplicados em produtos de alta **tecnologia** e/ou **transição energética**

Listas de minerais críticos e estratégicos



<https://www.visualcapitalist.com/the-critical-minerals-to-china-eu-and-us-national-security/>

Lista brasileira de minerais estratégicos

Tabela 4: Categorias de Minerais Estratégicos definidos pela Política Pró-Minerais Estratégicos

I) Bens minerais dos quais o país depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais da economia			
Enxofre	Fosfato	Molibdênio	Potássio
II) Bens minerais que têm importância pela sua aplicação em produtos e processos de alta tecnologia			
Cobalto	Cobre	Estanho	Grafita
Grupo de Platina	Lítio	Nióbio	Níquel
Silício	Tálio	Tântalo	Terras Raras
Titânio	Tungstênio	Urânio	Vanádio
III) Bens minerais que detêm vantagens comparativas e que são essenciais para a economia pela geração de superávit da balança comercial do país			
Alumínio	Cobre	Ferro	Grafita
Manganês	Nióbio	Ouro	Urânio

Fonte: Adaptado a partir da Resolução nº 2 CTAPME/SGM/MME de 20218.

PL 2780/2024

Art. 4º. Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

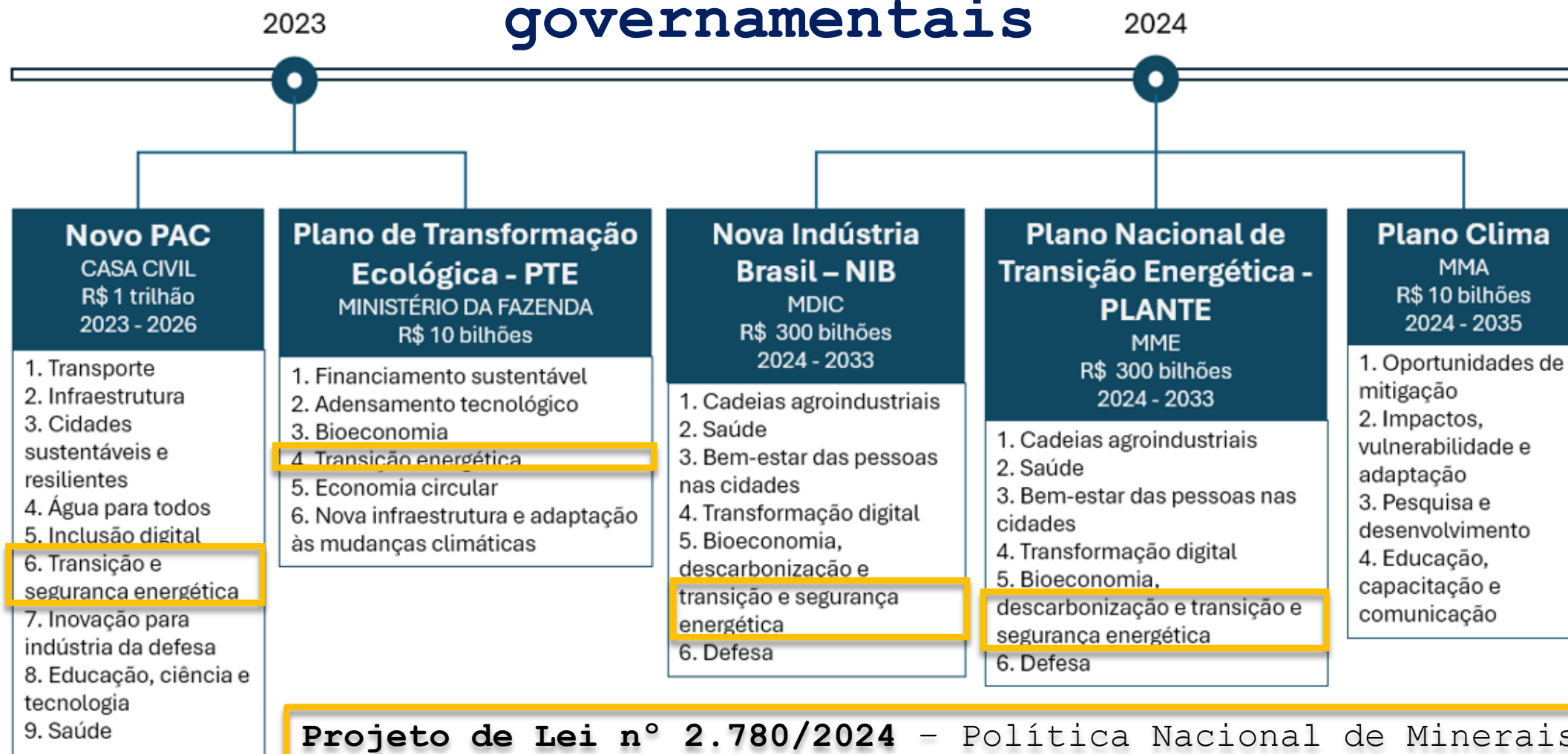
I - **minerais críticos**: são aqueles cuja **disponibilidade** está ou pode vir a estar em **risco** devido a limitações de produção, fornecimento ou na cadeia de suprimento e que são necessários para setores-chave da economia nacional, cuja escassez pode afetar seriamente a economia do País, tais como para:

- a) assegurar a transição energética;
- b) garantir segurança alimentar e nutricional;
- c) ou resguardar a segurança nacional em virtude do seu alto consumo, direto ou indireto, no País.

II - **minerais estratégicos**: são aqueles que tenham **importância** para o País decorrente de vantagens comparativas e que sejam essenciais para a economia **na geração de superavit** da balança comercial do País;

III - transformação mineral: é o processamento ou conjunto de processos destinados à obtenção de um novo produto a partir da alteração na natureza química do mineral, após o seu beneficiamento.








A transição energética nos planos governamentais



Projeto de Lei nº 2.780/2024 – Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos

Materiais Estratégicos para a Transição Energética

Posição Brasil

	Reservas	Produção (2024)								Outros usos
Bauxita*1	5°	4°	●	●	●	●	●	●	●	Construção, transporte, indústria, embalagens
Cobre	12°	18°	●	●	●	●	●	●	●	Indústria, construção, eletrônicos, fiação
Grafita	3°	4°	●	●	●	●	●	●	●	Produção de aço, lubrificantes, lápis
Lítio	7°	6°	●	●	●	●	●	●	●	Eletrônicos, baterias
Nióbio	1°	1°	●	●	●	●	●	●	●	Ligas de aço, baterias
Níquel	3°	8°	●	●	●	●	●	●	●	Ligas de aço
Minério de Ferro*2	2°	2°	●	●	●	●	●	●	●	Construção, transporte, bens consumíveis
ETR*3	2°	12°	●	●	●	●	●	●	●	Ímãs para indústria, eletrônicos
Cobalto*4	nd	nd	●	●	●	●	●	●	●	Eletrônicos, baterias, ligas de aço

Importância do material para tecnologia de energias limpas:

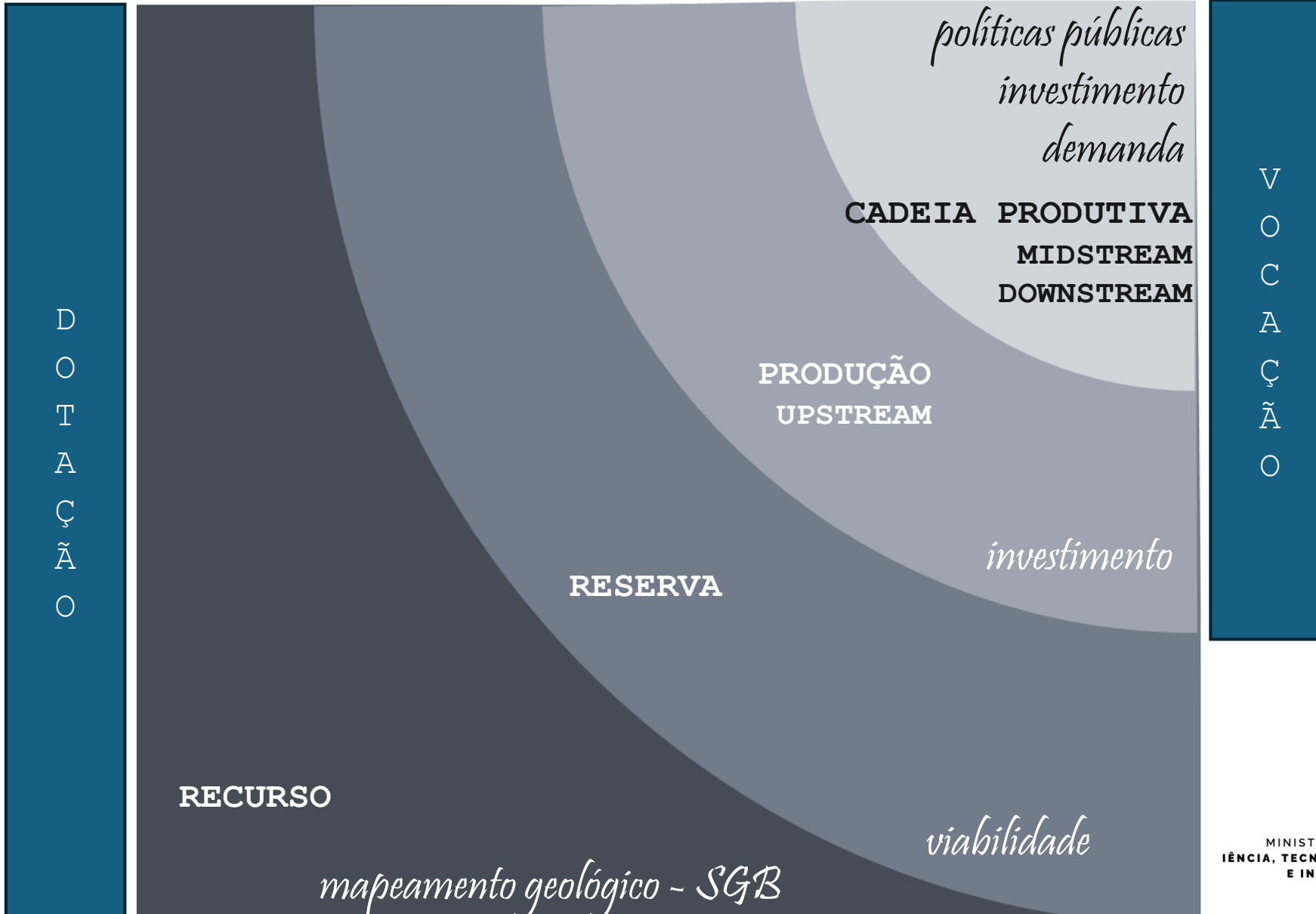
- Alta
- Média
- Atualmente, pouca/nenhuma demanda

*1 Alumínio *2 Aço *3ETR magnéticos(Nd, Pr, Dy, Tb) *4 Potencial de recuperação (estoque antropogênico)

Dotação



Vocação



Dotação → Vocação

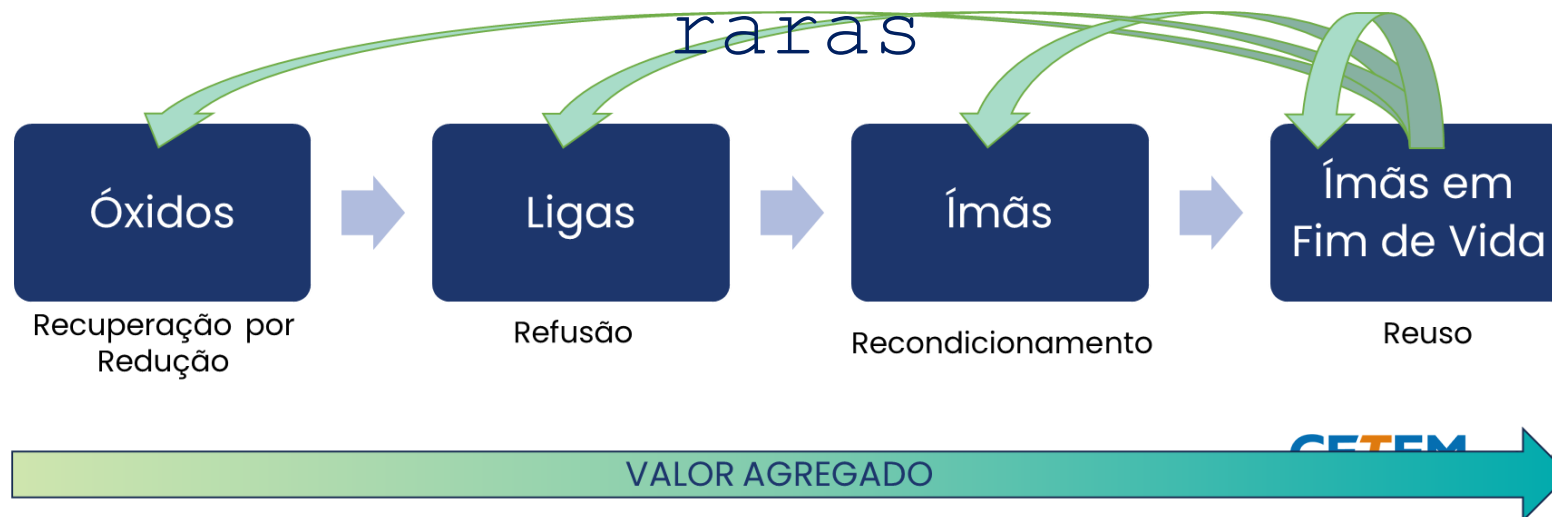
CONDICIONANTES E INCENTIVOS:

- Regulamentação e políticas públicas
- Mecanismos de financiamento
- Infraestrutura
- Recursos humanos capacitados
- Pesquisa científica
- Inovação tecnológica
- Mercado consumidor
- Parcerias

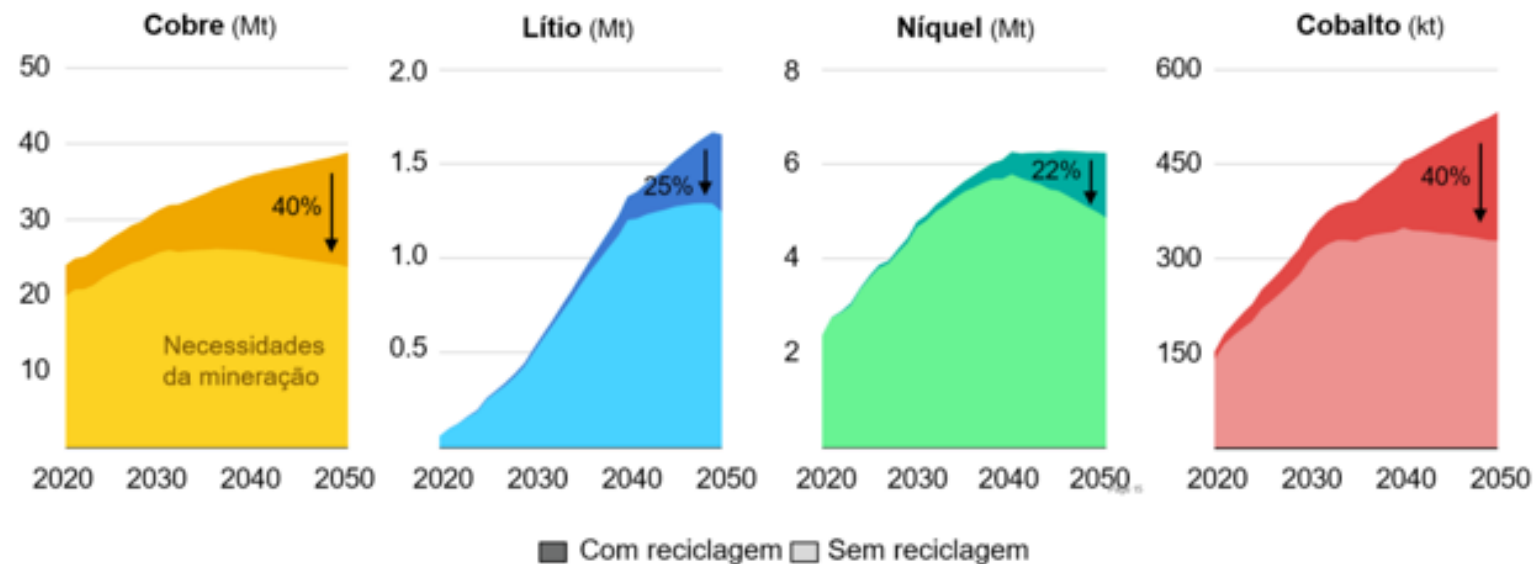
Recursos naturais e



Exemplo: elementos de terras



Recursos naturais e antropogênicos



Reduções nas necessidades de mineração devido à reciclagem no cenário apresentado (IEA, 2024⁹⁴).

Políticas Públicas, Financiamento, PD&I

Política
Mineral
Brasilei
ra

Política
Nacional de
Transição
Energética

Política
Nova
Indústria
Brasil

BNDES

FAPs
Fundações
de Apoio
Estaduais

FNDCT
Fundo Nacional
de
Desenvolviment
o Científico e
Tecnológico

Política
Nacional
sobre
Mudança
do Clima

Plano de
Transformaç
ão
Ecológica

Livro
violeta
ENCT e
Plano
Decenal de
20

EMBRAPII

Política
Nacional de
Mobilidade
Verde e
Inovação

Plano
Nacional de
Economia
Circular

PL 2780/24
Minerais
Críticos e
Estratégico
s

FINEP

Iniciativas
:
MiBi
LabFabITR
UCSGraphene

ISI-EQ
GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
e INOVAÇÃO
Bateria
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Exemplos de investimento em PD&I no setor mineral

Tabela 11. Investimento em PD&I por empresas do setor mineral.

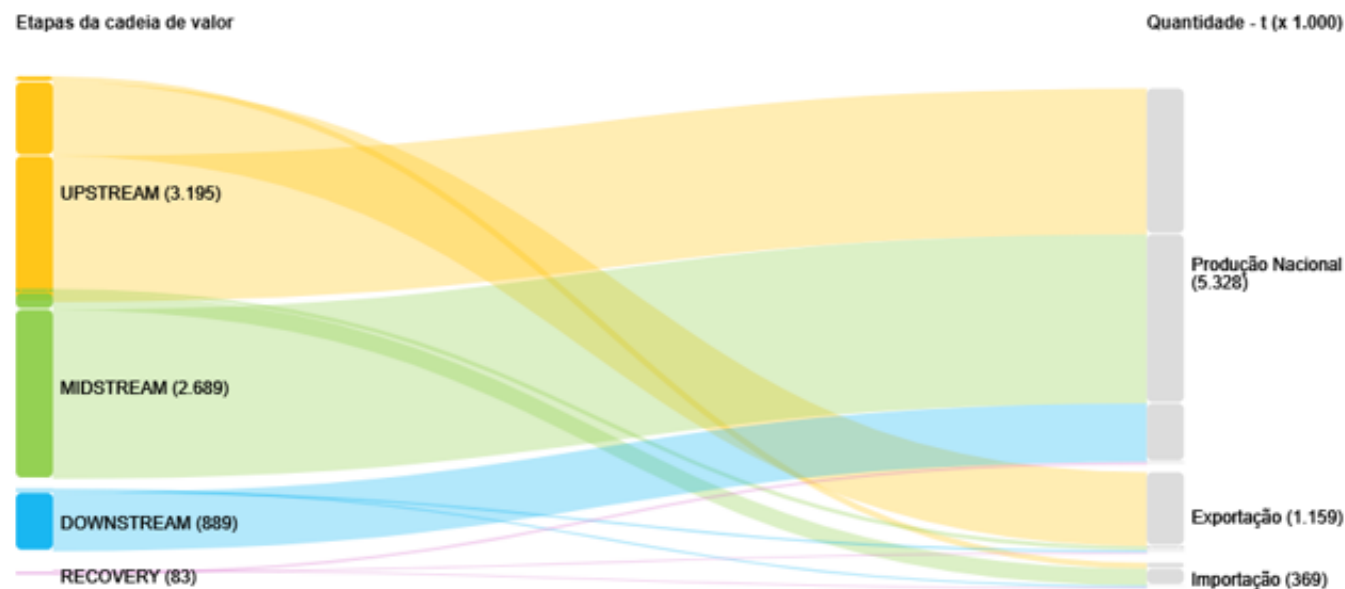
Empresa	Número de colaboradores diretos no Brasil	Investimento em PD&I	Faturamento	Percentual do faturamento investido em PD&I
ArcelorMittal	19.000 (2024)	US\$ 286 milhões (2022 ⁸⁵)	R\$ 71,6 bilhões (2022 ⁸⁶)	1,40
CBMM	2.000 (2024)	R\$ 270 milhões (2024)	R\$ 6,98 bilhões (2024 ⁸⁷)	3,87
Tupy	13.000 (2023)	R\$ 84,4 milhões (2023)	R\$ 2,8 bilhões (2024 ⁸⁸)	3,01
VALE	50.000 (2023)	R\$ 790 milhões (2025) ⁸⁹	R\$ 31,6 bilhões (2024 ⁹⁰)	2,50

Análise e detalhamento das cadeias de valor

COBRE

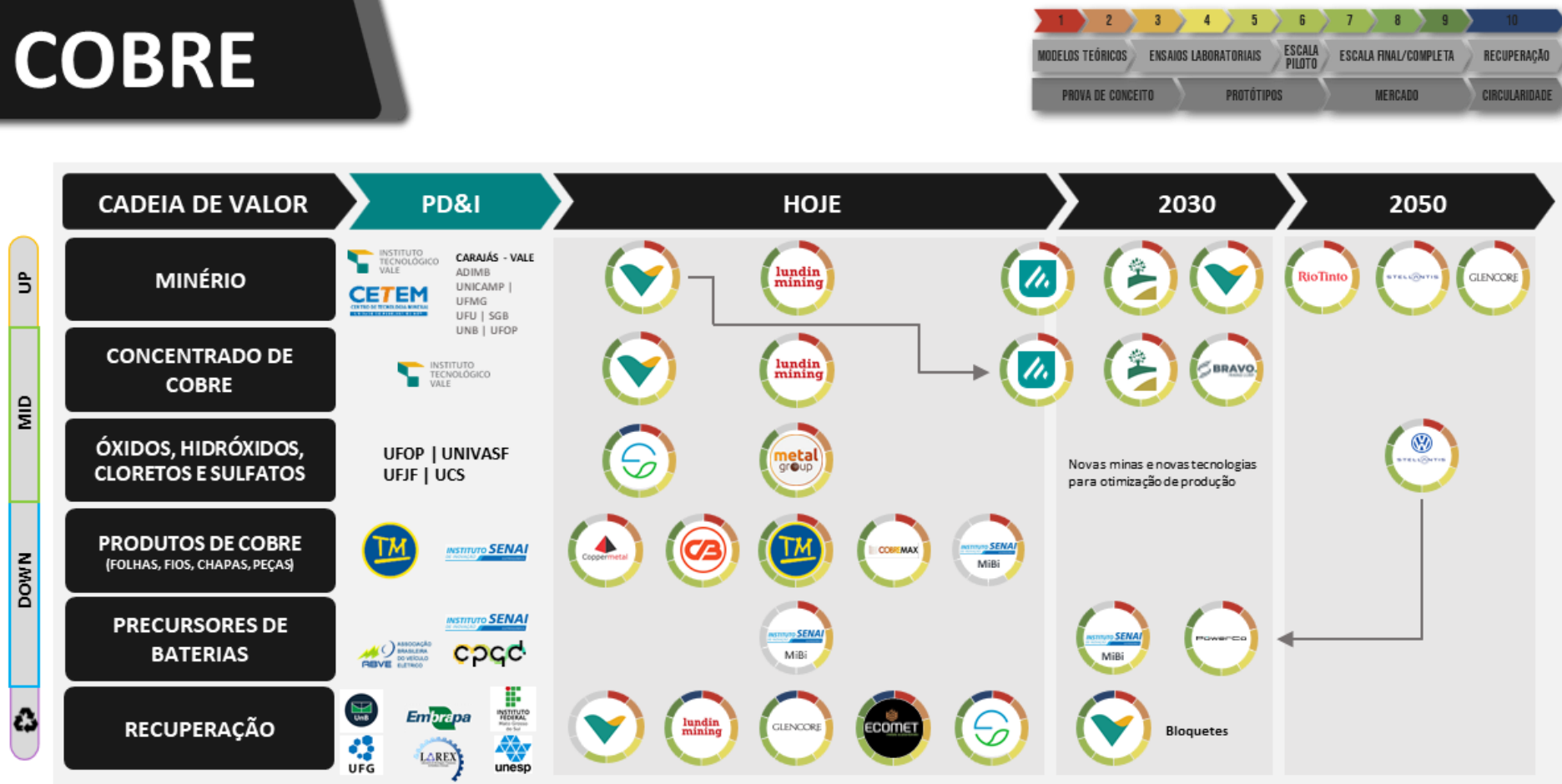


Figura 39. MFA de volume importado e exportado, em relação aos dados de produção industrial segundo as etapas da cadeia de valor do Cobre para o ano de 2022



Roadmap tecnológico - Cobre

COBRE



Fonte:

<https://www.autoindustria.com.br/2023/06/12/volkswagen-e-stellantis-investiram-em-minas-de-niquel-e-cobre-no-brasil/> <https://www.cpqd.com.br/>

<https://www.vale.com/pt/mineracao>

<https://vale.com/pt/w/vale-anuncia-70-bi-reais-de-investimentos-no-programa-novo-carajas-pa-ate-2030-em-solenidade-com-o-presidente-lula/-/categories/1968812>

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

IBRAM
MINERAÇÃO DO BRASIL

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Principais **DESAFIOS** para o setor mineral

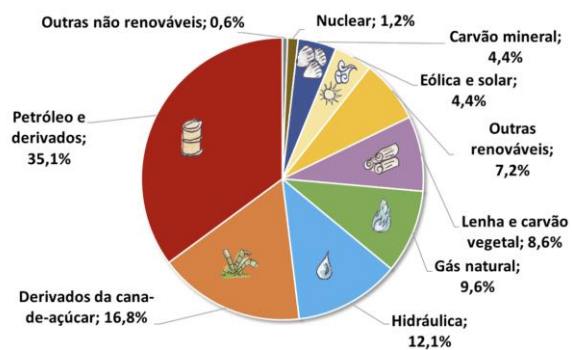
- Risco de suprimento das *commodities* (preço, cenários geopolíticos, potencial de substituição);
- Licenciamento ambiental e acesso às reservas;
- Processos de exploração e produção sustentáveis;
- Verticalização da cadeia produtiva;
- Mão-de-obra especializada;
- Implementação de princípios ESG e economia circular.

Principais **OPORTUNIDADES** para o setor mineral

- Fornecimento de insumos para setores estratégicos (tecnologia, agro e infraestrutura);
- Especialização da cadeia produtiva nacional;
- Descoberta e exploração de novas reservas minerais;
- Previsão de investimentos significativos no curto prazo;
- Crescimento do interesse do mercado internacional por produtos minerais nacionais;
- Consolidação das políticas públicas para o setor.

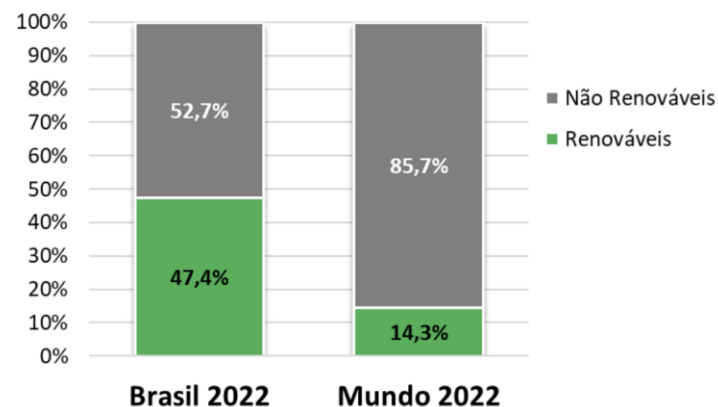
Brasil – DIFERENCIAL COMPETITIVO

- Estabilidade institucional
- Baixos riscos geopolíticos
- Boas relações diplomáticas (*friendshoring*)
- Diversidade mineral
- Legislação ambiental sofisticada + taxonomia sustentável + possível pacto de rastreabilidade de MCE na Amazônia
- Ampla distribuição territorial de fontes de energia limpa (*powershoring*)



Matriz Energética Brasileira 2023

(BEN, 2024; total em 2023: 314 milhões de tep - tonelada-equivalente de petróleo)



Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE)

Projeto de Lei nº 2.780/2024 - PRINCÍPIOS

1. valorização dos MCE;
2. MCE como essenciais para a transição energética;
3. preservação do interesse nacional;
4. promoção do desenvolvimento sustentável;
5. responsabilidade socioambiental;
6. atração de investimentos para a pesquisa MCE;
7. ampliação da competitividade;
8. contribuição para o atendimento das demandas internas e externas por MCE;
9. ampliação da disponibilidade de minerais empregados em tecnologias relacionadas à transição energética;
10. cooperação.

Estratégicos

Diretrizes para a transição energética

OBRIGADA!

Luciana Contador

lcontador@cetem.gov.br

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM

