

Terras raras

Participação no

SEMINÁRIO
**Minerais Críticos e Estratégicos:
Desafios e Fomento à Produção**

Dia 9 de julho de 2024
Câmara dos deputados

Realização:



FRENTE PARLAMENTAR
DA MINERAÇÃO
SUSTENTÁVEL

e

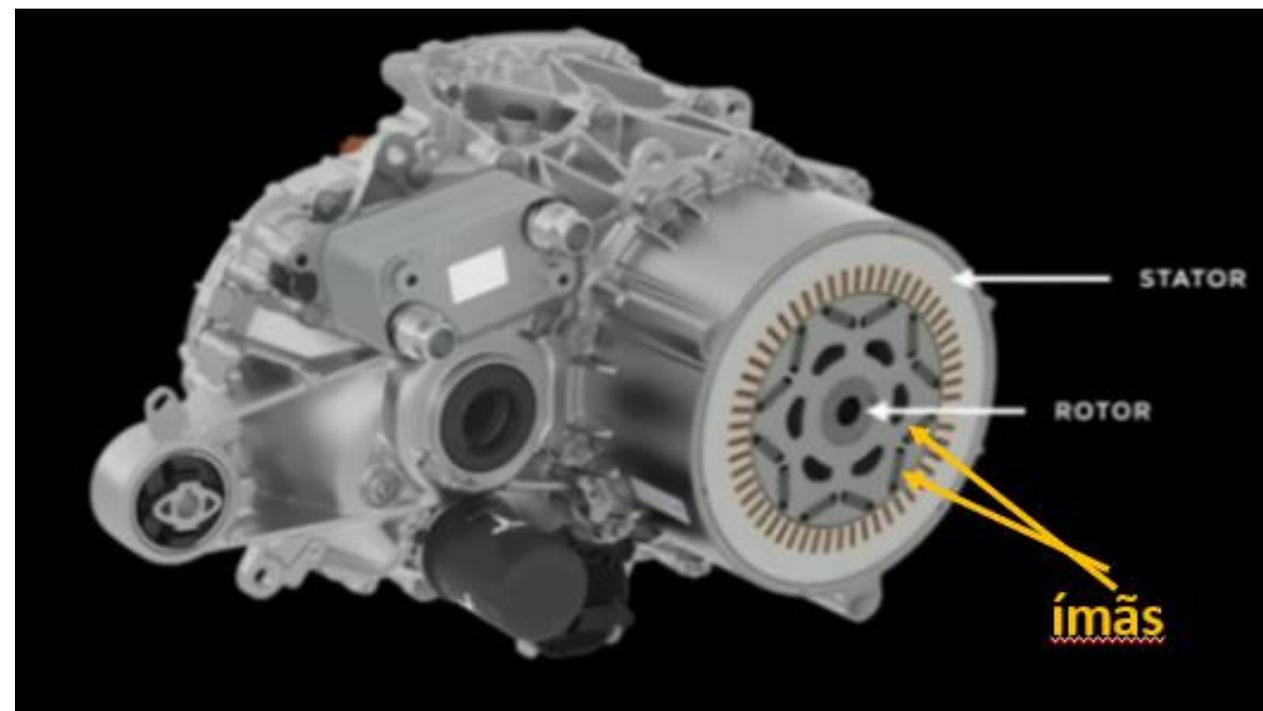
**Comissão Especial sobre
Transição Energética e
Produção de Hidrogênio Verde**

Desafios para a Produção dos Minerais Críticos e Estratégicos

- No caso da mobilidade elétrica, além do lítio e nióbio para baterias, outro insumo mineral crítico é o elemento químico **neodímio (Nd)**, elemento fundamental para a fabricação dos superímãs dos motores dos carros elétricos.

Ímãs de terras raras

- Ímãs de NdFeB são os mais fortes hoje produzidos.
- Usam 35% de neodímio na composição química.
- 2kg por veículo são utilizados nos motores dos carros elétricos: demanda crescente.
- Esses ímãs custam hoje mais de U\$ 100/kg: preço do Nd é o



Motor dos carros Model 3 e Model Y da Tesla
São os modelos mais vendidos (90%)

Quem são as terras raras?

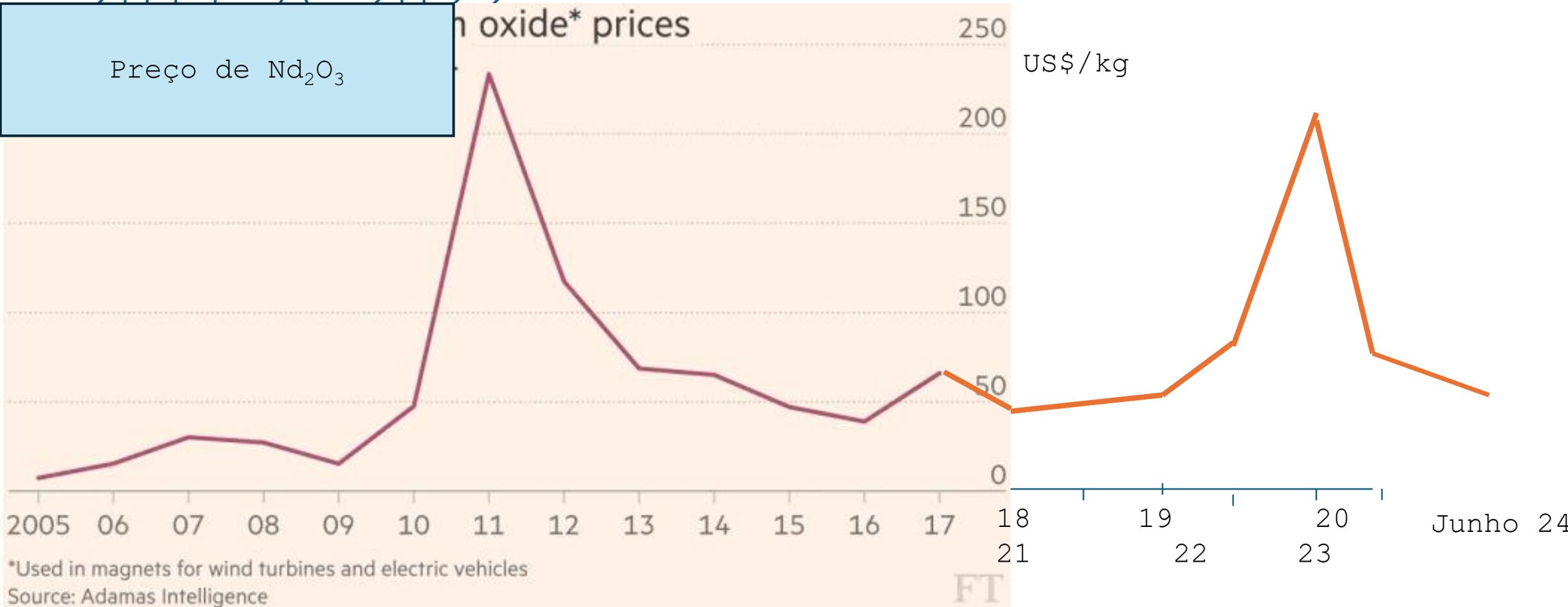
A periodic table of elements where Scandium (Sc, atomic number 21) is highlighted in purple and Yttrium (Y, atomic number 39) is highlighted in green. The rest of the table is faded.

A close-up view of the lanthanide and actinide series. The lanthanide series (La to Lu) is highlighted with a blue oval, and the actinide series (Ac to Lr) is highlighted with a red oval. The elements are arranged in two rows: La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu in the top row; and Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr in the bottom row.

Terras raras: nome do conjunto de 17 elementos químicos que ocorrem juntos, na natureza

Evolução dos preços: as bolhas de 2011 e 2022

Preço de Nd_2O_3



Brasil tem importantes reservas mineraiis de terras raras

	RESERVAS	PRODUÇÃO
China	44 milhões	240.000 T
de toneladas		600 T
Vietnam	22 milhões	80 T
Brasil	21 milhões	2600 T
Rússia	10 milhões	2400 T
India	7	18.000 T
milhões de toneladas		
Australia	6 milhões	

Brasil começa a exportar concentrado de terras raras pela Mineração Serra Verde, co

Maior desafio é construir a cadeia produtiva, do

A cadeia produtiva, entretanto, é mais complexa.

Difícil caminho da mina ao ímã. Pelo menos 4 negócios diferentes.

Concentração do minério: a mina tem de 0,1 a 4% de terras raras (TR), tem que concentrar até 99% de TR, por rotas físicas e químicas. Hoje existem vários projetos em andamento no Brasil: Serra Verde (GO), Meteoric (Poços de Caldas), CMOC (GO), **Brazilian Rare Earths (BA)**, e várias outras.

É necessário separar as terras raras (que são quimicamente muito parecidas) em seus óxidos elementares, por vias químicas como separação por solventes ou por resinas iônicas. É a etapa de maior agregação de valor. Falam de investimento de US\$ 300 milhões para processar 5.000tpy. Desconheço se alguém se habilita, no Brasil.

Transformar o óxido em metal, por eletrólise ígnea: dissolver Nd₂O₃ num banho de fluoretos, a 1000°C. Também desconheço.

A partir daí, segue a rota de metalurgia do pó já mostrada: liga, moagem, orientação, sinterização, etc... Existe um Laboratório-Fábrica em Lagora Santa (MG).

Rápida História dos ímãs de terras raras

Nos anos 80 havia uma significativa produção de ímãs cerâmicos no Brasil. O maior deles, Eriez, investiu em equipamentos para produzir ímãs de samário-cobalto, no final da década, mas faliu pouco depois.

A invenção do ímã de neodímio-ferro-boro, em 1983, gerou uma onda de pesquisa no tema no mundo e no Brasil. Grupos no IFUSP, IPEN, IPT, UFSC aprenderam a fazê-los e investigar os detalhes da fabricação.

O domínio que a China construiu nesse mercado "matou" quase todas as iniciativas acadêmicas e nunca permitiu o estabelecimento de uma empresa, até porque aqui não havia mercado significativo.

A bolha de preços de 2011 e o surgimento do mercado de geradores eólicos reacendeu o interesse, capitaneado pela CERTI (SC). Muitas reuniões depois, o governo de Minas Gerais (2014-2017) apostou na criação de um Laboratório-Fábrica de ímãs de terras raras. Investiu R\$80 milhões, mas não terminou.

As Redes INCT do MCTI

- O MCTI criou, em 2008, mais de 100 redes de pesquisadores, cada uma abordando um desafio específico para o Brasil.
- Em 2017 uma nova leva de INCTs foi criada, dentre elas o INCT PATRIA, focado na cadeia produtiva dos ímãs de terras raras, reunindo inicialmente pesquisadores de sete instituições.
- Em 2021 o apoio foi renovado com novos recursos, até 2024.
- Haverá nova avaliação dos atuais.

Objetivos da Rede INCT PATRIA

- Principal: Contribuir tecnicamente para o domínio das tecnologias da cadeia produtiva dos ímãs de terras raras no Brasil.
- Para isso são necessárias tecnologias para
 - Concentração das terras raras a partir dos diferentes minérios
 - Separação dos elementos das terras raras
 - Redução (eletroquímica) dos óxidos de terras raras a ligas metálicas
 - Fabricação das ligas Nd(Pr)FeB por strip casting
 - Moagem das ligas e fabricação dos ímãs
 - Proteção contra corrosão

A posição contrária ao investimento estatal da nova gestão do governo de Minas (2018-2025) levou a estagnação do LabFabITR e por fim à venda da instalação à Fiemg, em dezembro de 2023, por R\$30 milhões.



Portanto:

Temos mineração com alto potencial

Temos usuários finais (fabricantes de motores elétricos e geradores eólicos como a

Temos competência e potencial para estabelecer uma fábrica de ímãs

Falta-nos uma peça essencial: empresas interessadas em investir na separação das t
Sem isso, teremos que basear a fabricação de ímãs em ligas importadas.

grato pela atenção.

f.landgraf@usp.br

Agradecimentos à FAPESP, ao CNPq e à CAPES pelo apoio

Fapesp **Processo 2014/50887-4**