



# Minerais Estratégicos: Definição e Utilização

**Prof. Dr. Mário Ernesto Giroldo Valerio**

*Departamento de Física*

*Universidade Federal de Sergipe*

*mvalerio@ufs.br*

# DEFINIÇÕES

# Como definir?

TECNOLOGIA  
MINERAL

## MINÉRIOS ESTRATÉGICOS: PERSPECTIVAS

56

ROBERTO C. VILLAS BOAS

CEMET

\* Engº de Minas, M.Sc., Engº Metalúrgica, D.Sc., Engº Metalúrgica de Materiais, Professor Adjunto da UFRJ, Diretor do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, Presidente da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica Industrial - ABIPTI



1992

### 1. O QUE É "SER ESTRATÉGICO" ?

As discussões em torno do tema têm sido as mais variadas e enfocadas sob vários ângulos: político-sociais, econômicos, técnicos, etc (1,2,3).

- Não apresenta uma definição clara de quais seriam os “minerais estratégicos”, admitindo a classificação dos “países desenvolvidos” sem um critério claramente definido.
- Cromo, cobalto, manganês, molibdênio, germânio, nióbio, metais do grupo da platina (PGM), tântalo, tungstênio, titânio e vanádio.

# Como definir?



Union Calendar No. 100  
113TH CONGRESS  
1ST SESSION  
**H. R. 761**  
[Report No. 113-138, Part I]  
“National Strategic and Critical Minerals Production Act of 2013”  
Fev e Jul 2013

- Minerais críticos x minerais estratégicos:
  - **Estratégicos:** uso militar e de defesa;
  - **Críticos:** minerais com ameaça potencial ao fornecimento gerando prejuízo econômico.
- “Nem todo mineral crítico é estratégico mas todo mineral estratégico é crítico”.

# Metodologia para definir o que é um “recurso natural crítico”

## Critical raw materials for the EU

Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials

The ad-hoc Working Group is a sub-group of the Raw Materials Supply Group and is chaired by the European Commission

Version of 30 July 2010

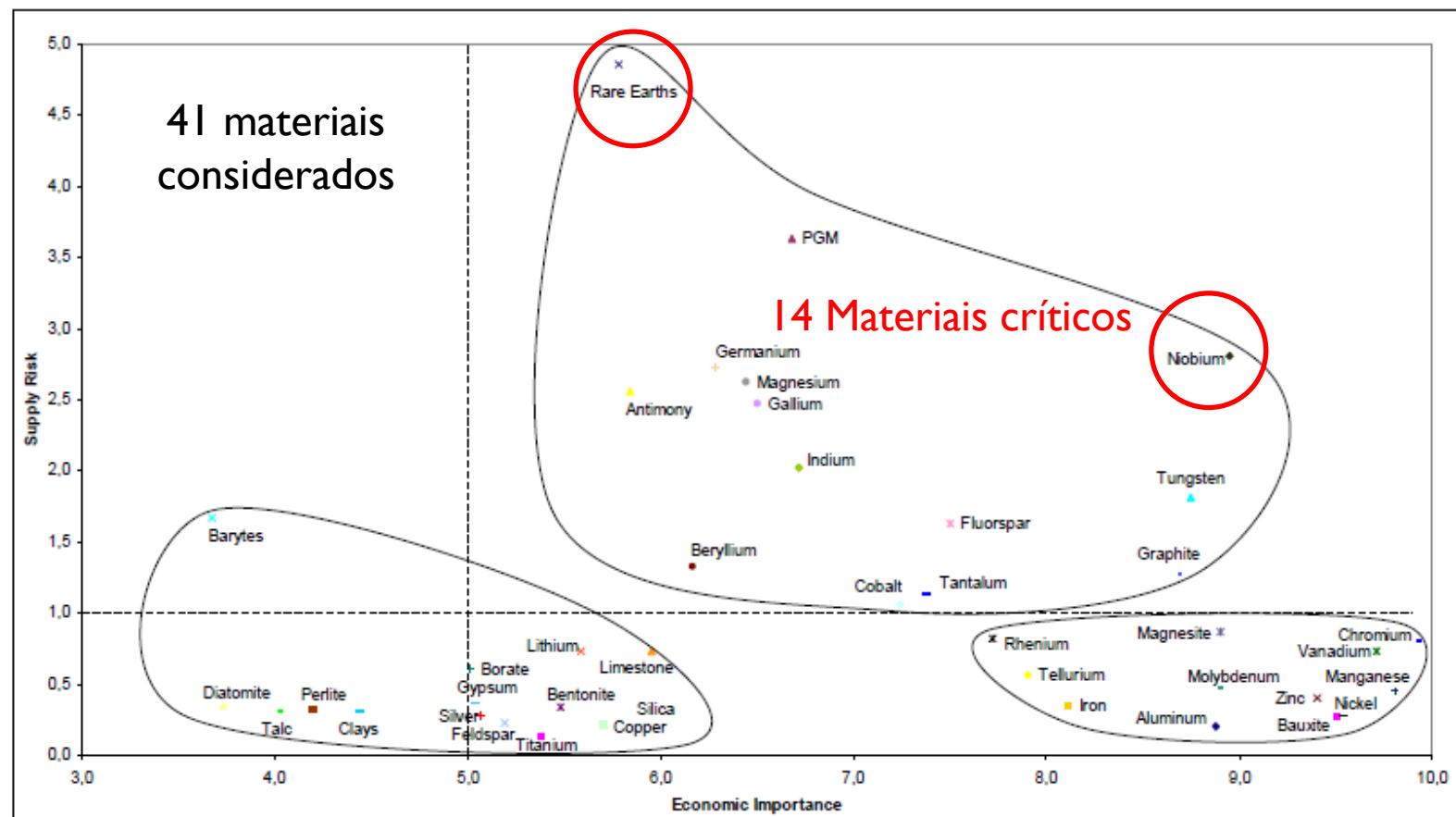
Note: The full report will be available on the Enterprise and Industry Directorate General website [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/documents/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/documents/index_en.htm)



We Mean Business

- This report analyses a selection of 41 minerals and metals. In line with other studies, the report puts forward a relative concept of criticality.
- This means that raw material is labelled “critical” when the risks of supply shortage and their impacts on the economy are higher compared with most of the other raw materials.
- Two types of risks are considered:
  - a) the "supply risk" taking into account the political-economic stability of the producing countries, the level of concentration of production, the potential for substitution and the recycling rate; and
  - b) the "environmental country risk" assessing the risks that measures might be taken by countries with weak environmental performance in order to protect the environment and, in doing so, endanger the supply of raw materials to the EU.

# Metodologia para definir o que é um “recurso natural crítico”



The Group considers that those 14 raw materials falling within the top right cluster of the above diagram are critical. As noted, this is due to their high relative economic importance and to high relative supply risk. The 'environmental country risk' metric does not change this list of critical materials.

# Metodologia para definir o que é um “recurso natural crítico”

List of critical raw materials at EU level (in alphabetical order):

Cri	Antimony	Indium
	Beryllium	Magnesium
	Cobalt	Niobium
	Fluorspar	PGMs (Platinum Group Metals) <sup>1</sup>
	Gallium	Rare earths <sup>2</sup>
	Germanium	Tantalum
	Graphite	Tungsten

<sup>1</sup> The Platinum Group Metals (PGMs) regroups platinum, palladium, iridium, rhodium, ruthenium and osmium.

<sup>2</sup> Rare earths include yttrium, scandium, and the so-called lanthanides (lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium and lutetium)

# Metodologia para definir o que é um “recurso natural crítico”

List of critical raw materials at EU level (in alphabetical order):

Antimony	Indium
Beryllium	Magnesium
Cobalt	Niobium
Fluorspar	PGMs (Platinum Group Metals) <sup>1</sup>
Gallium	Rare earths <sup>2</sup>

For the critical raw materials, their high supply risk is mainly due to the fact that a high share of the worldwide production comes from China (antimony, fluorspar, gallium, germanium, graphite, indium, magnesium, **rare earths**, tungsten), Russia (PGM), the Democratic Republic of Congo (cobalt, tantalum) and **Brazil (niobium and tantalum)**.

Critical raw ma

Report of the Ad-  
defining crit

European Commission  
Enterprise and Industry

<sup>1</sup> The P  
<sup>2</sup> Rare  
neodyn  
ytterbiu

niun,  
lium,

## Critical raw materials for the EU

Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials

The ad-hoc Working Group is a sub-group of the Raw Materials Supply Group and is

One of the most powerful forces influencing the economic importance of raw materials in the future is technological change. In many cases, their rapid diffusion can drastically increase the demand for certain raw materials.

Raw material	Production 2006 (t)	Demand from emerging technologies 2006 (t)	Demand from emerging technologies 2030 (t)	Indicator <sup>1</sup> 2006	Indicator <sup>1</sup> 2030
Gallium	152	28	603	0,18	3,97
Indium	581	234	1.911	0,40	3,29
Germanium	100	28	220	0,28	2,20
Neodymium (rare earth)	16.800	4.000	27.900	0,23	1,66
Platinum (PGM)	255	very small	345	0	1,35
Tantalum	1.384	551	1.410	0,40	1,02
Silver	19.051	5.342	15.823	0,28	0,83
Cobalt	62.279	12.820	26.860	0,21	0,43
Palladium (PGM)	267	23	77	0,09	0,29
Titanium	7.211.000 <sup>2</sup>	15.397	58.148	0,08	0,29
Copper	15.093.000	1.410.000	3.696.070	0,09	0,24

<sup>1</sup> The indicator measures the share of the demand resulting from driving emerging technologies in total today's demand of each raw material in 2006 and 2030;

<sup>2</sup> Ore concentrate



# European Commission Enterprise and Industry

[European Commission](#) [Enterprise and Industry](#) [All topics](#) [Raw materials](#) [Critical raw materials](#)

Search

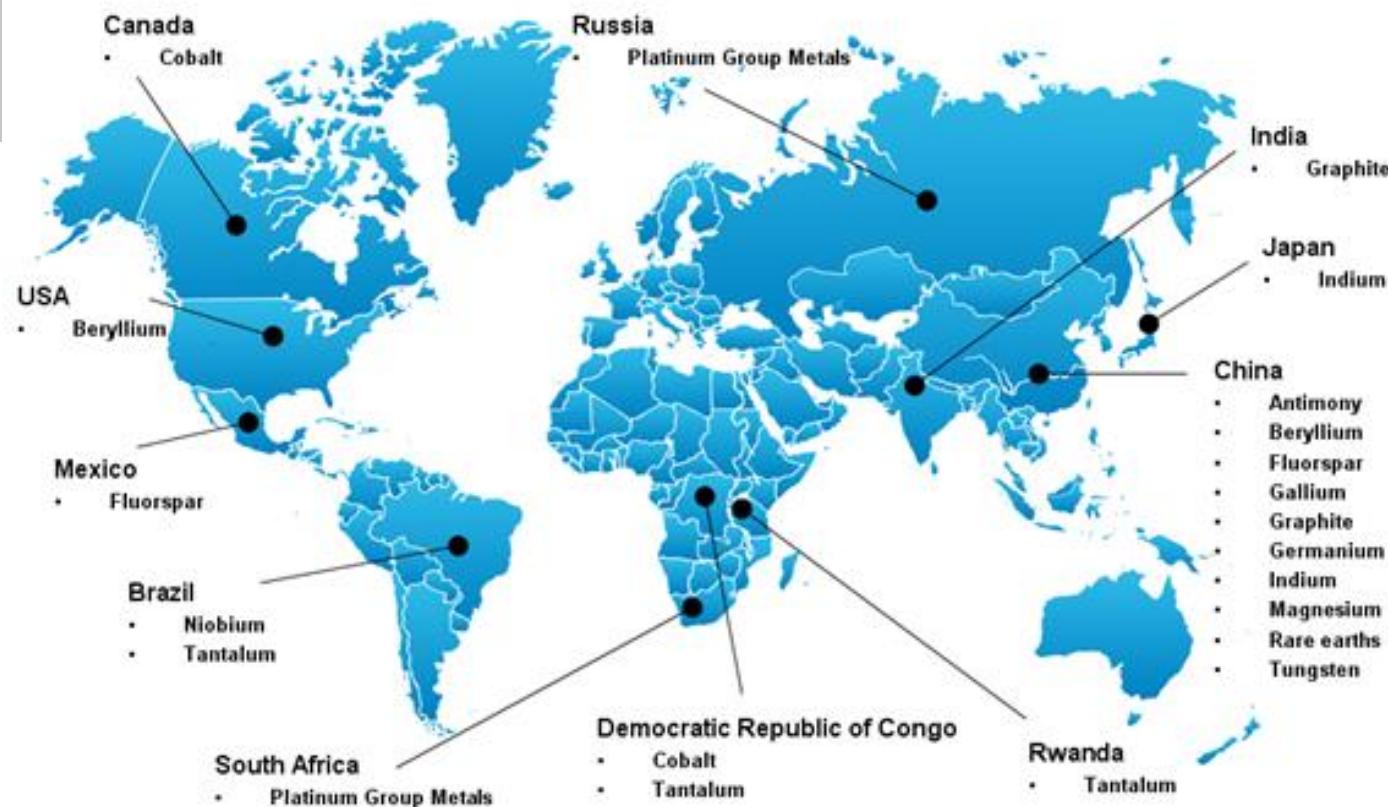


Enterprise and Industry

## Raw materials

[International aspects](#)[Sustainable supply in the EU](#)

## Production concentration of critical raw mineral materials



# Consequências:

- I. A definição de quais são os mineral ou recursos naturais “críticos” depende de cada país:
  - O risco de acesso depende da disponibilidade do recurso natural em cada país,
  - A importância econômica depende do grau de desenvolvimento tecnológico e de como a riqueza do país é gerada.
2. A lista dos minerais críticos de um determinado país varia no tempo:
  - Depende do avanço da tecnologia global e nacional,
  - Depende evolução das relações comerciais e políticas do país com os países fornecedores.

# Recursos naturais “críticos” – Brasil Segundo o PNM 2030 (SGM/MME)

- 03 situações de referência:
  1. ***bem mineral do qual o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais de sua economia.***
  2. ***minerais que deverão crescer em importância nas próximas décadas por sua aplicação em produtos de alta tecnologia.***
  3. ***aquela em que o País apresenta vantagens comparativas em determinados recursos minerais, essenciais para sua economia pela geração de divisas.***

- I. bem mineral do qual o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais de sua economia.*
- recursos minerais utilizados na fabricação de fertilizantes:
    - a dependência externa do Brasil é da ordem de 90% para K, 70% para N e 50% para P.

- 2. *minerais que deverão crescer em importância nas próximas décadas por sua aplicação em produtos de alta tecnologia.***
- materiais “portadores do futuro”
    - terras raras, lítio, cobalto, tântalo, etc.

- 3. aquela em que o País apresenta vantagens comparativas em determinados recursos minerais, essenciais para sua economia pela geração de divisas.**
- minério de ferro como essencial para o País, por sua importância nas exportações (10%) e também pelo potencial que apresenta para catalisar o desenvolvimento local/regional e da indústria do País,
  - nióbio, cujas reservas e produção representam mais de 90% do mundo.

# Marcelo Ribeiro Tunes

## SEMINÁRIO MINERAIS ESTRATÉGICOS E TERRAS RARAS

PAINEL I – Uma Política para Terras Raras e Minerais Estratégicos

Plenário 4 da Câmara dos Deputados



**IBRAM**

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO  
Brazilian Mining Association  
Câmara Minera de Brasil

BRASÍLIA, 21 de maio de 2013

Exportador Global Player	Exportador	Auto-Suficiente	Importador/ Produtor	Dependência Externa
Nióbio (1 ) Min.Ferro(3 ) Manganês (5 ) Tantalita (2 )  Grafite (3 ) Bauxita (3 ) Rochas Ornamentais (4 )	Níquel Magnésio Caulim Estanho  Vermiculita Cromo Ouro	Calcário Diamante Indust. Titânio  Tungstênio Talco	Cobre Enxofre  Fosfato Diatomito Zinco	Carvão Metalúrgico  Potássio  Terras Raras



**Minerais Estratégicos**

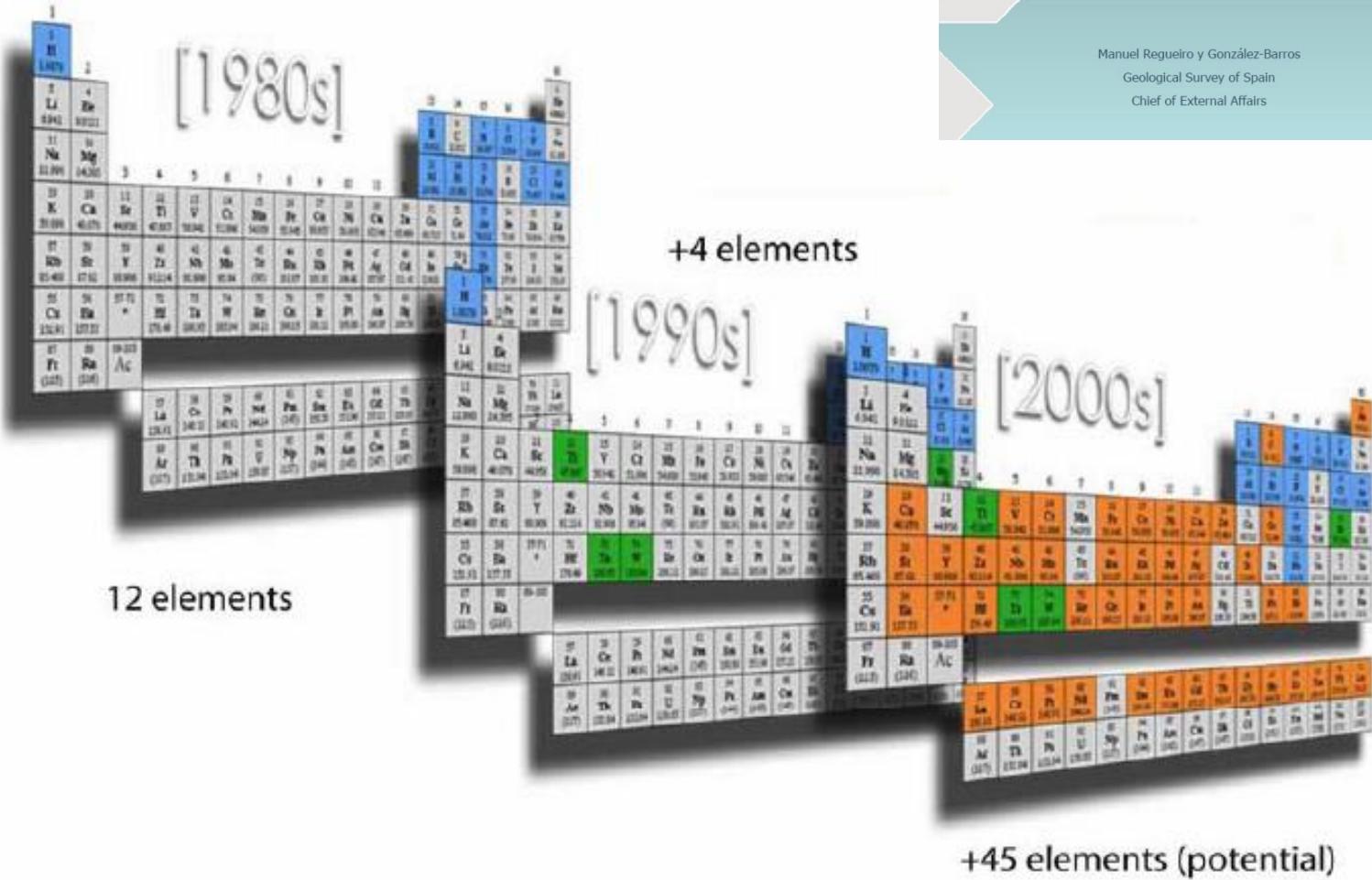


# UTILIZAÇÕES

# Exemplo: Telefonia Celular

- **Performance dos telefones celulares depende de vários minerais:**
- **Cerâmicas de titanato de bário:** possui propriedades dielétricas que permitem a sintonia fina evitam aquecimento excessivo.
- **Terras raras e índio:** chaves magnéticas cerâmicas
- **Dióxido de titânio:** capacitores cerâmicos miniaturizados (coração dielétrico do telefone)
- **ITO - Indium tin oxide – óxido de índio e estanho:** display cristal líquido
- **Tantalo:** metal essencial para os ressonadores dielétricos em 2.2 GHz das bases transmissoras de telefonia celular.

# Exemplo: Computadores



Strategic minerals: Past, present  
and future global outlook

Manuel Regueiro y González-Barros  
Geological Survey of Spain  
Chief of External Affairs



# Níobio

- Alto ponto de fusão (2468°C), baixa densidade, resistente a corrosão

Type of Niobium Products

Product	Key Producers	% of Nb Market	Applications	Principal Markets
<b>Standard-Grade Ferroniobium (HSLA FeNb)</b> ~60% Nb content	■ CBMM ■ Anglo American ■ IAMGOLD / Niobec	90.2%	■ High strength low alloy steel (HSLA) ■ Stainless steel ■ Heat-resistant steels	■ Automotive industry ■ Heavy engineering and infrastructure ■ Petrochemical sector ■ Power plants ■ Oil and gas linepipe
<b>Vacuum Grade Ferroniobium (VG FeNb)</b> 99% Nb content	■ CBMM	3.0%	■ Superalloys	■ Aircraft engines ■ Power generation ■ Petrochemical sector
<b>Niobium Metals and Alloys</b> ~50-65% Nb content	■ CBMM	3.4%	■ Superconductors	■ Particle accelerators ■ Magnetic resonance imaging ■ Various small-tonnage uses
<b>Niobium Chemicals</b> >99% Nb content	■ CBMM	3.4%	■ Functional ceramics ■ Catalysts	■ Optical ■ Electronics

Source: Roskill Report on The Economics of Niobium, 11<sup>th</sup> Edition ("Roskill")

# Niobio



*The Øresund Bridge connecting Sweden and Denmark was constructed with steel containing .022% niobium. This reduced the weight of the bridge by 15Kt and saved US\$25 million in construction costs.*



*The Millau Valley bridge in southern France was built using steel with 0.025% niobium. This reduced the weight of the steel and concrete by 60%*



# MATERIAIS CRÍTICOS E C,T & I NO BRASIL

# Materiais Avançados

## Sumário



APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
1. MATERIAIS AVANÇADOS PARA DEFESA NACIONAL E SEGURANÇA PÚBLICA	13
2. MATERIAIS AVANÇADOS PARA ELETRÔNICA, MAGNETISMO E FOTÔNICA	61
3. MATERIAIS AVANÇADOS PARA O SETOR ESPACIAL	129
4. MATERIAIS AVANÇADOS PARA ENERGIA	169
5. MATERIAIS AVANÇADOS PARA O MEIO AMBIENTE	203
6. MATERIAIS AVANÇADOS A PARTIR DE RECURSOS NATURAIS	231
7. MATERIAIS AVANÇADOS PARA SAÚDE MÉDICO-ODONTOLÓGICA	297
8. MATERIAIS AVANÇADOS NA TRIBOLOGIA	335

- Os desafios tecnológicos dos materiais avançados demandarão insumos relacionados com os minerais que podem passar a ser críticos para o Brasil.

# Materiais Avançados

- A disponibilização dos insumos para os materiais avançados depende:
  - De conhecer e ter condições de exploração das reservas dos minerais no Brasil (em caso de não existirem, de mapear fornecedores),
  - Desenvolver a capacidade de processar os minerais no país,
  - Desenvolver capacidade de produzir insumos de diferentes graus de pureza, atendendo aos setores tecnológicos.

Prof Dr Mário E G Valerio  
[\(mvalerio@ufs.br\)](mailto:mvalerio@ufs.br)



# OBRIGADO