



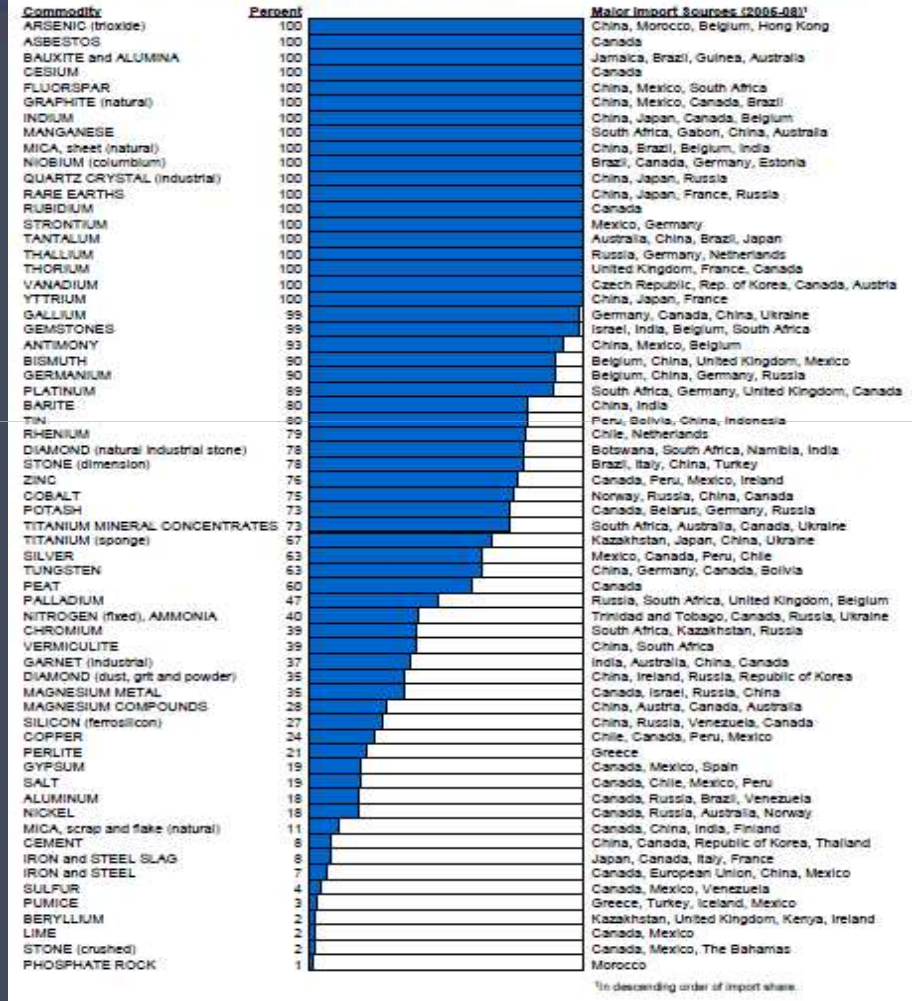
# TERRAS RARAS E MINERAIS ESTRATÉGICOS

*O esforço nacional no setor tem estado em descompasso com as preocupações existentes no cenário mundial, tornando-se necessário um reposicionamento em curto prazo*

Leonam dos Santos Guimarães

# Estados Unidos

## 2009 U.S. NET IMPORT RELIANCE FOR SELECTED NONFUEL MINERAL MATERIALS



Grande dependência de exportações

U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey

### MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2010

Abrasive	Fluorspar	Mercury	Silicon
Aluminum	Gallium	Mica	Silver
Antimony	Garnet	Molybdenum	Soda Ash
Arsenic	Geontones	Nickel	Sodium Sulfate
Asbestos	Germanium	Niobium	Stone
Barite	Gold	Nitrogen	Strontium
Bauxite	Graphite	Pot	Sulfur
Beryllium	Cyanum	Quartz	Talc
Bismuth	Europium	Phosphate Rock	Tantalum
Boros	Europium	Platinum	Tellurium
Bromine	Europium	Potash	Thallium
Cadmium	Europium	Pumice	Thorium
Cesium	Europium	Quartz Crystal	Tin
Chromium	Europium	Rare Earths	Titanium
Clays	Europium	Rhenium	Tungsten
Cobalt	Europium	Rubidium	Vanadium
Copper	Europium	Salt	Vermiculite
Diamond	Europium	Sand and Gravel	Yttrium
Diatomite	Europium	Scandium	Zinc
Feldspar	Europium	Selenium	Zirconium

**USGS**  
science for a changing world





# Estados Unidos

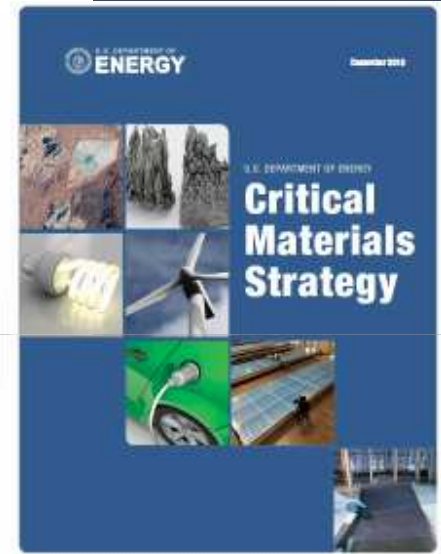


U.S. DEPARTMENT OF  
**ENERGY**

14 materiais estratégicos, sendo 5 terras raras

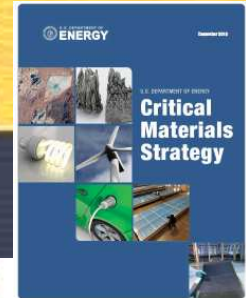
**[Blue Box]** = Key material addressed in Strategy

1 H																	2 He		
3 Li	4 Be	Li-Lithium	In-Indium	Pr-Praseodymium	Eu-Europium	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne								
		<u>Y-Yttrium</u>	Te-Tellurium	<u>Nd-Neodymium</u>	<u>Tb-Terbium</u>														
		Co-Cobalt	La-Lanthanum	Sm-Samarium	<u>Dy-Dysprosium</u>														
11 Na	12 Mg	Ga-Gallium	Ce-Cerium																
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr		
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe		
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn		
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo		
119 Uun																			
* Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
** Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			



# Estados Unidos

Para uso no setor de energia limpa



## CLEAN ENERGY TECHNOLOGIES AND COMPONENTS

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY		Solar Cells	Wind Turbines	Vehicles		Lighting
MATERIAL		<i>PV films</i>	<i>Magnets</i>	<i>Magnets</i>	<i>Batteries</i>	<i>Phosphors</i>
Rare Earth Elements	Lanthanum				●	●
	Cerium				●	●
	Praseodymium		●	●	●	
	Neodymium		●	●	●	
	Samarium		●	●		
	Europium					●
	Terbium					●
	Dysprosium		●	●		
	Yttrium					●
	Indium	●				
	Gallium	●				
	Tellurium	●				
	Cobalt				●	
	Lithium				●	



# Estados Unidos

**TABLE 1.** Global Production and Leading Producers of Selected Elements (with percentage of world production in 2009)<sup>1</sup>

Element	Global production (tonnes)	Leading Producer	2 <sup>nd</sup> Producer	3 <sup>rd</sup> Producer
Aluminum <sup>2</sup>	201,000,000	Australia (31%)	<b>China (18%)</b>	<b>Brazil (14%)</b>
Arsenic <sup>3</sup>	53,500	<b>China (47%)</b>	Chile (21%)	Morocco (13%)
Cadmium <sup>4</sup>	18,800	<b>China (23%)</b>	Korea (12%)	Kazakhstan (11%)
Chromium	23,000,000	South Africa (42%)	India (17%)	Kazakhstan (16%)
Cobalt	62,000	Congo (40%)	Australia (10%)	<b>China (10%)</b>
Copper	15,800,000	Chile (34%)	Peru (8%)	USA (8%)
Gallium <sup>5</sup>	78	<b>China</b>	Germany	Kazakhstan
Germanium <sup>6</sup>	140	<b>China (71%)</b>	Russia (4%)	USA (3%)
Gold	2,350	<b>China (13%)</b>	Australia (9%)	USA (9%)
Helium <sup>7</sup>	22,900	USA (63%)	Algeria (19%)	Qatar (12%)
Indium <sup>8</sup>	600	<b>China (50%)</b>	Korea (14%)	Japan (10%)
<b>Iron<sup>9</sup></b>	<b>2,300,000,000</b>	<b>China (39%)</b>	<b>Brazil (17%)</b>	Australia (16%)
Lead	3,900,000	<b>China (43%)</b>	Australia (13%)	USA (10%)
Lithium <sup>10</sup>	18,000	Chile (41%)	Australia (24%)	<b>China (13%)</b>
Manganese	9,600,000	<b>China (25%)</b>	Australia (17%)	South Africa (14%)
Molybdenum	200,000	<b>China (39%)</b>	USA (25%)	Chile (16%)
Nickel	1,430,000	Russia (19%)	Indonesia (13%)	Canada (13%)
<b>Niobium</b>	<b>62,000</b>	<b>Brazil (92%)</b>	Canada (7%)	
Palladium	195	Russia (41%)	South Africa (41%)	USA (6%)
Platinum	178	South Africa (79%)	Russia (11%)	Zimbabwe (3%)
<b>Rare earths<sup>11</sup></b>	<b>124,000</b>	<b>China (97%)</b>	India (2%)	<b>Brazil (1%)</b>
Selenium <sup>12</sup>	1,500	Japan (50%)	Belgium (13%)	Canada (10%)
Silver	21,400	Peru (18%)	<b>China (14%)</b>	Mexico (12%)
Tellurium <sup>13</sup>	>200	Chile	USA	Peru
Thallium <sup>14</sup>	10			
Tin	307,000	<b>China (37%)</b>	Indonesia (33%)	Peru (12%)
Uranium	43,800	Canada (21%)	Kazakhstan (19%)	Australia (19%)
Vanadium	54,000	<b>China (37%)</b>	South Africa (35%)	Russia (26%)
Zinc	11,100,000	<b>China (25%)</b>	Peru (13%)	Australia (12%)

*Concentração da produção de matérias-primas minerais críticas*

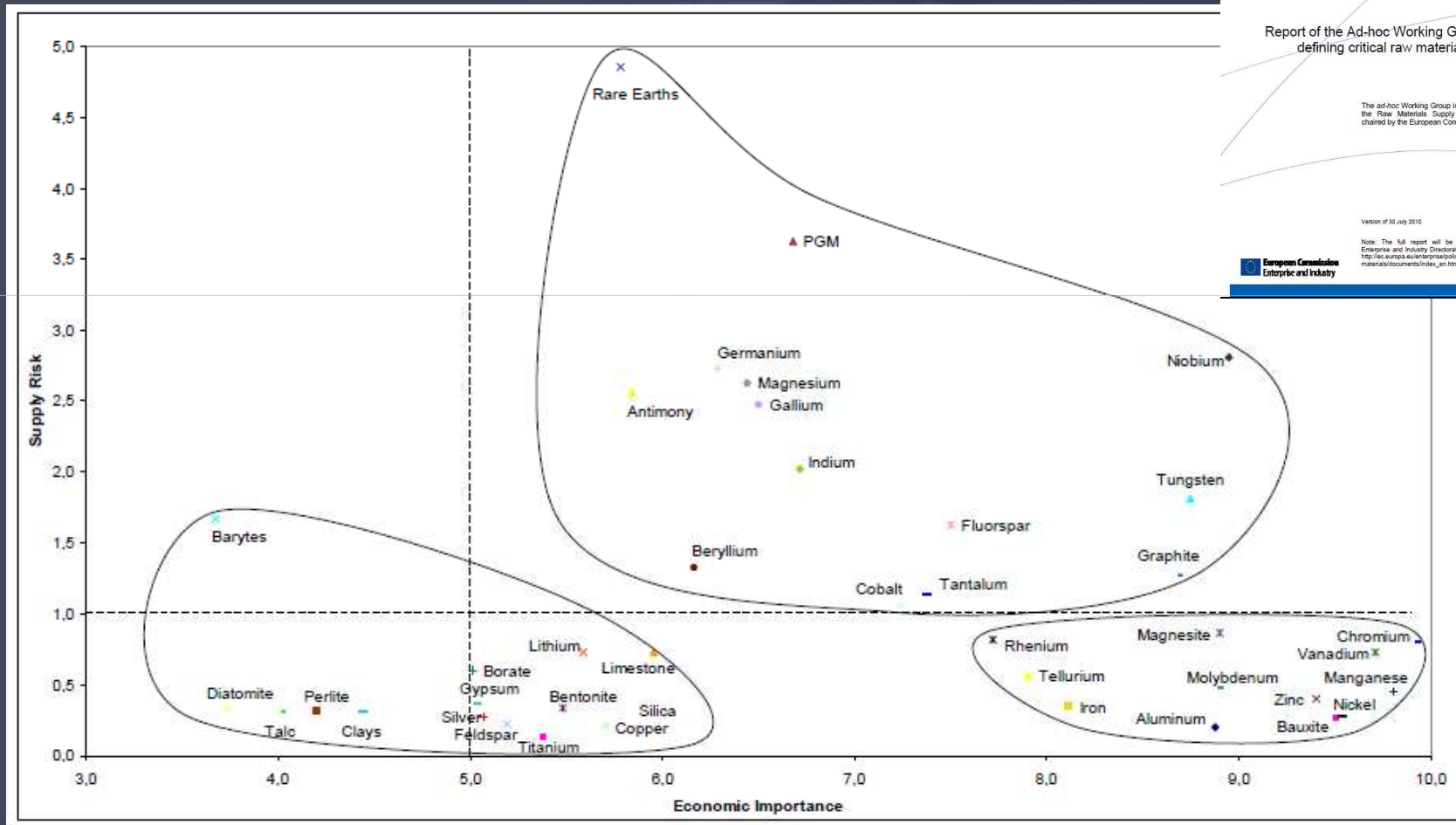
**Critical Elements for New Energy Technologies**

An MIT Energy Initiative Workshop Report  
April 29, 2010

**MIT**  
Massachusetts Institute of Technology

# União Européia

Análise de criticalidade de 41 matérias-primas:  
importância econômica x risco de suprimento



## 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 Commissioner

Version of 30 July 2010

European Commission  
Enterprise and Industry

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



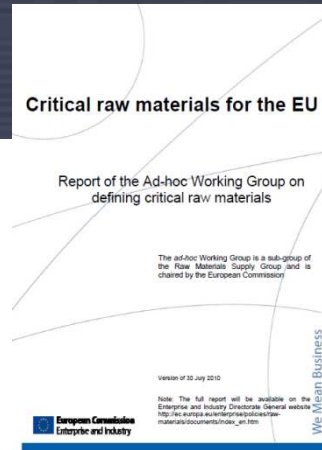
# União Européia

## 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	<u>Rare earths</u> <sup>2</sup>
Germanium	Tantalum
Graphite	Tungsten

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

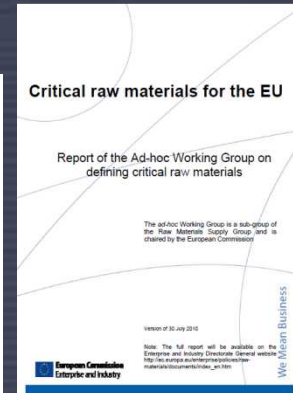
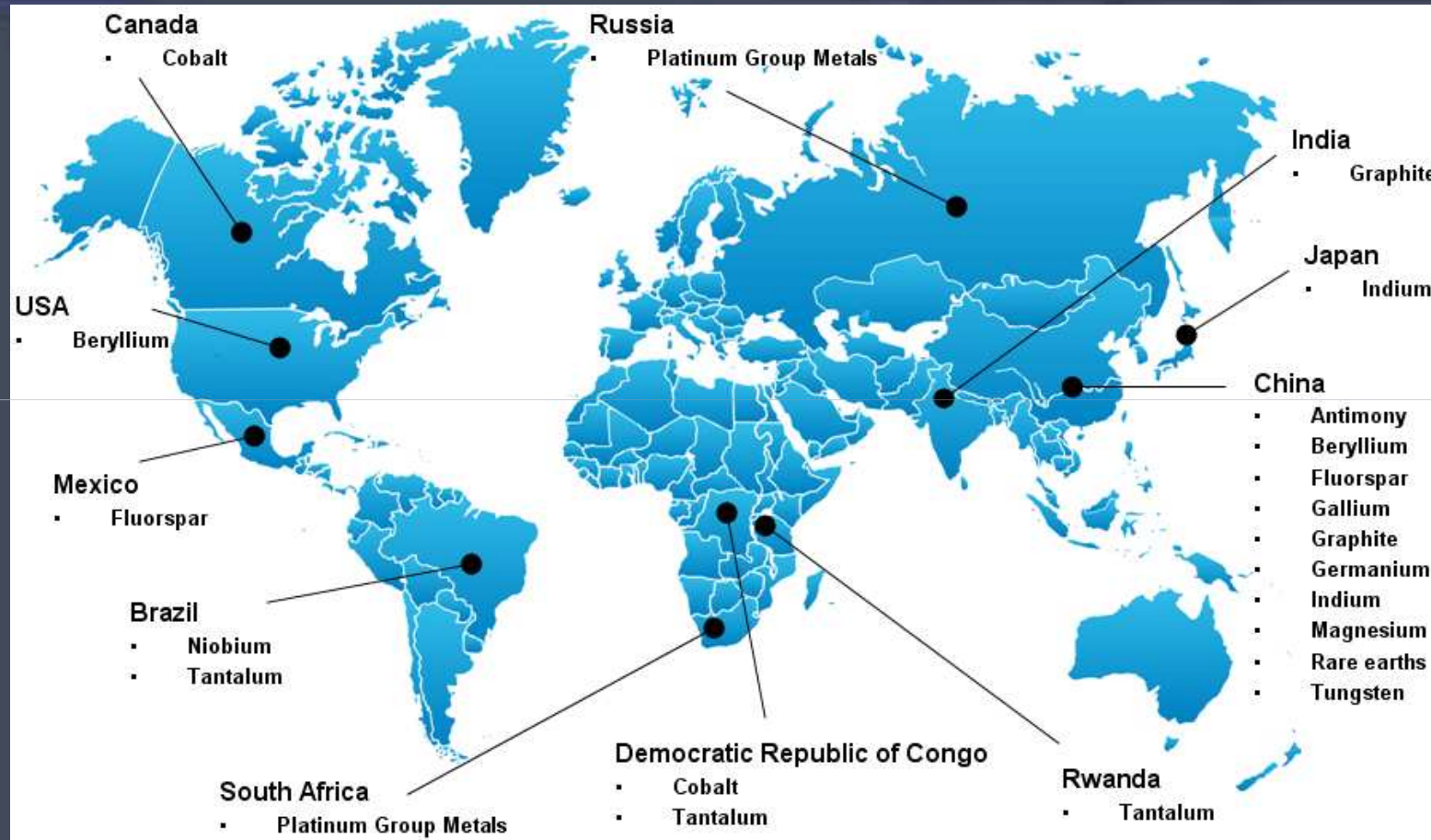
<sup>2</sup> Rare earths include yttrium, scandium, and the so-called lanthanides (lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium and lutetium)





# União Européia

## Concentração da produção de matérias-primas minerais críticas



Ressalta a importância do estabelecimento de uma relação preferencial com África para melhorar o acesso a essas matérias-primas





# CORÉIA DO SUL

Correlação entre raridade, instabilidade de suprimento e volatilidade de preços



- A China domina a produção de mais da metade dos elementos críticos estratégicos.
- Essa concentração significa que o suprimento não é confiável.
- Raridade e suprimento instável contribuem para a volatilidade dos preços.

# CORÉIA DO SUL

## Rare metals – As Critical Metals

Rarity + Distribution × Demand + Rate of popularity



### Strategies and Perspectives for Securing Rare metals in KOREA

2010. 04. 29  
APS Workshop, MIT Boston

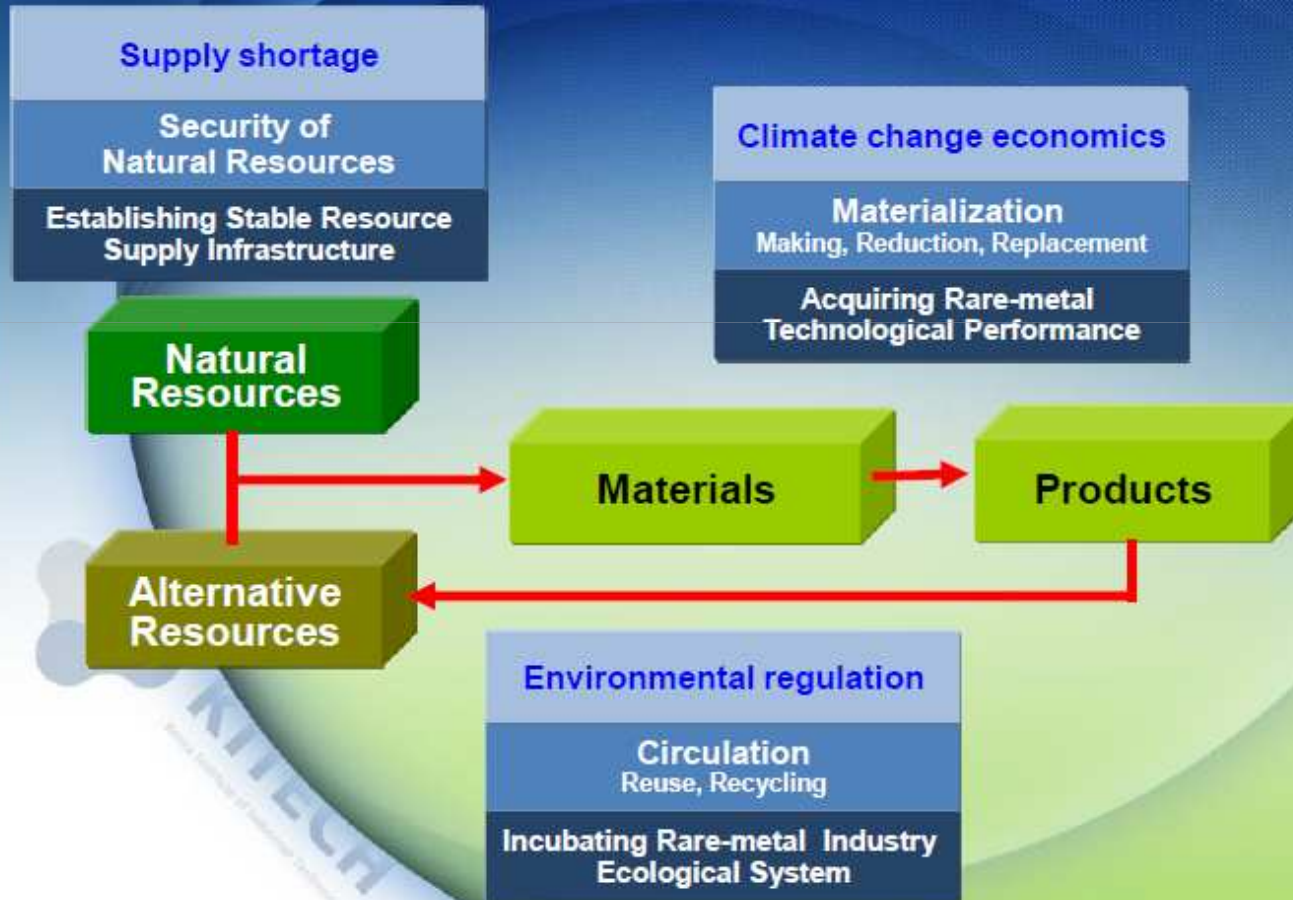
Jung-Chan Bae

Production Technology R&D Division  
Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)



# CORÉIA DO SUL

## Strategies/Perspectives for Rare metals in KOREA (Scope & Concept)



### Strategies and Perspectives for Securing Rare metals in KOREA

2010. 04. 29  
APS Workshop, MIT Boston

Jung-Chan Bae

Production Technology R&D Division  
Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)

# CORÉIA DO SUL

## Strategies for Rare metals in KOREA



### 1. Securing Foreign/Overseas Natural Resources

- Investment and Exploration of Foreign Resources
- Diplomatic effort to Enforcing relationship (ODA\*)

\*ODA: Official Development Assistance

### 2. Securing Domestic Natural Resources (Stockpiles)

- Increase volume of Strategic/economic stockpiles
- Set up flexible execution

### 3. Focusing on R&D for Materialization (Reduction/Replacement)

- Enhancing R&D activities for materials
- Technology for Reduction in usage and Replacement of Novel metals

### 4. Circulation technology and infrastructuring (Recycle/ Reuse)

- Reuse and recycle of scraps and end-of-life products
- Urban mines

## Strategies and Perspectives for Securing Rare metals in KOREA

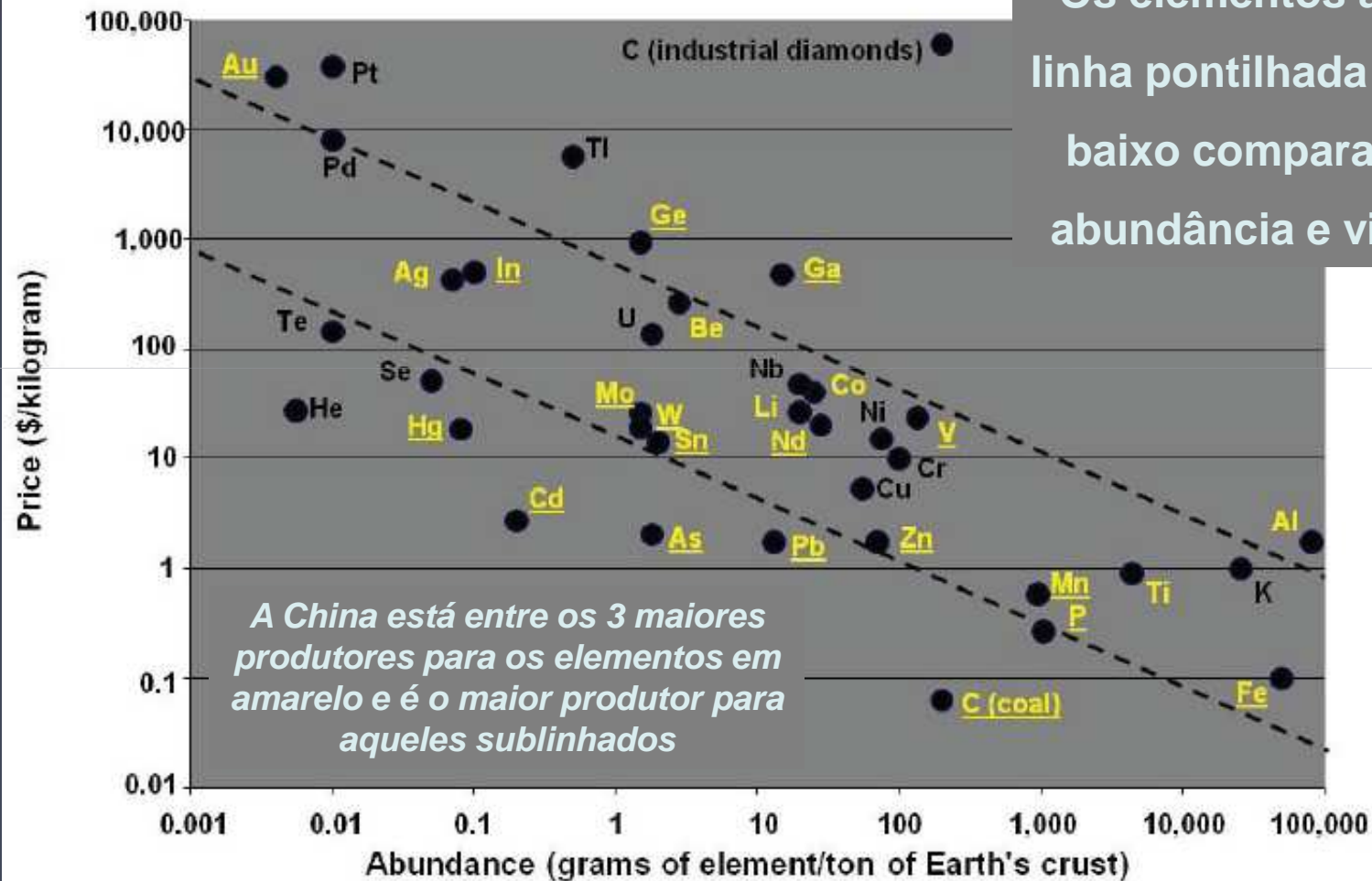
2010. 04. 29  
APS Workshop, MIT Boston

Jung-Chan Bae

Production Technology R&D Division  
Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)



# Preço x Abundância





# Considerações

- As previsões indicam que a procura de uma série de matérias-primas críticas poderá mais do que triplicar até 2030.
- Este aumento explica-se pelo crescimento das economias em desenvolvimento e da disseminação de novas tecnologias emergentes.





## Considerações

- O elevado risco que corre o abastecimento de matérias-primas críticas deve-se a que grande parte da produção mundial procede de um reduzido número de países.
- Esta concentração da produção faz-se acompanhar, em muitos casos, por um reduzido grau de substituibilidade e por baixas taxas de reciclagem.



# Considerações

- Economias emergentes, como a China, estão desenvolvendo estratégias de desenvolvimento industrial através de instrumentos comerciais, fiscais e de investimento destinados a reservar a sua base de recursos para sua utilização exclusiva
- A China vem investindo pesadamente na aquisição de terras e reservas minerais em outros países, sobretudo na África, mas também no Brasil.





# Considerações

- O apetite fundiário chinês no Brasil já suscitou, por parte do governo, uma modificação na legislação pertinente.
- Trata-se de um primeiro passo importante, mas insuficiente devido à existência de fragilidades que vão muito além das fundiárias, notadamente nas despovoadas e pouco conhecidas regiões amazônicas
- Onde é freqüente o contrabando ilegal de minérios de terras raras, como a columbita-tantalita, principal fonte de nióbio e tântalo, e de minérios radioativos, como a torianita.



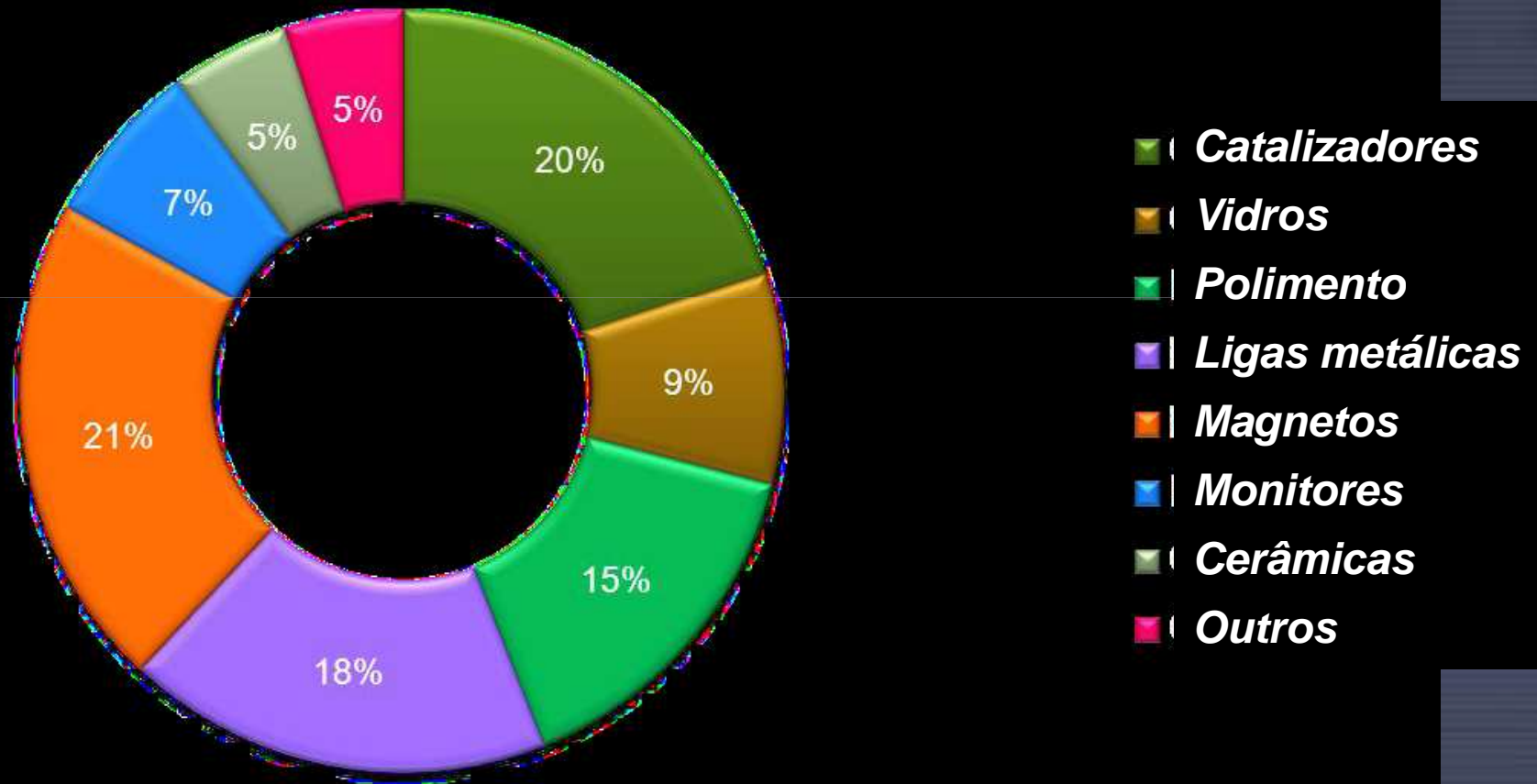
# TERRAS RARAS

Incluem *Escândio, Ítrio* e os chamados Lantanídeos:  
*Lantânio, Cério, Praseodímio, Neodímio, Promécio, Samário, Európio, Gadolínio, Tércbio, Disprósio, Hólmio, Érbio, Túlio, Itércbio e Lutécio*

I																	VII						
H	II III																		C	N	O	F	Ne
Li	Be	B																	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg	Al	A				VIII			I			II III		B		Ge	As	Se	Br	Kr		
K	Ca	Sc	IV	V	VI	VII	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
Cs	Ba	La	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71						
Fr	Ra	Ac	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu						

# TERRAS RARAS

*Demanda mundial por terras raras por uso final em 2010 (%)*



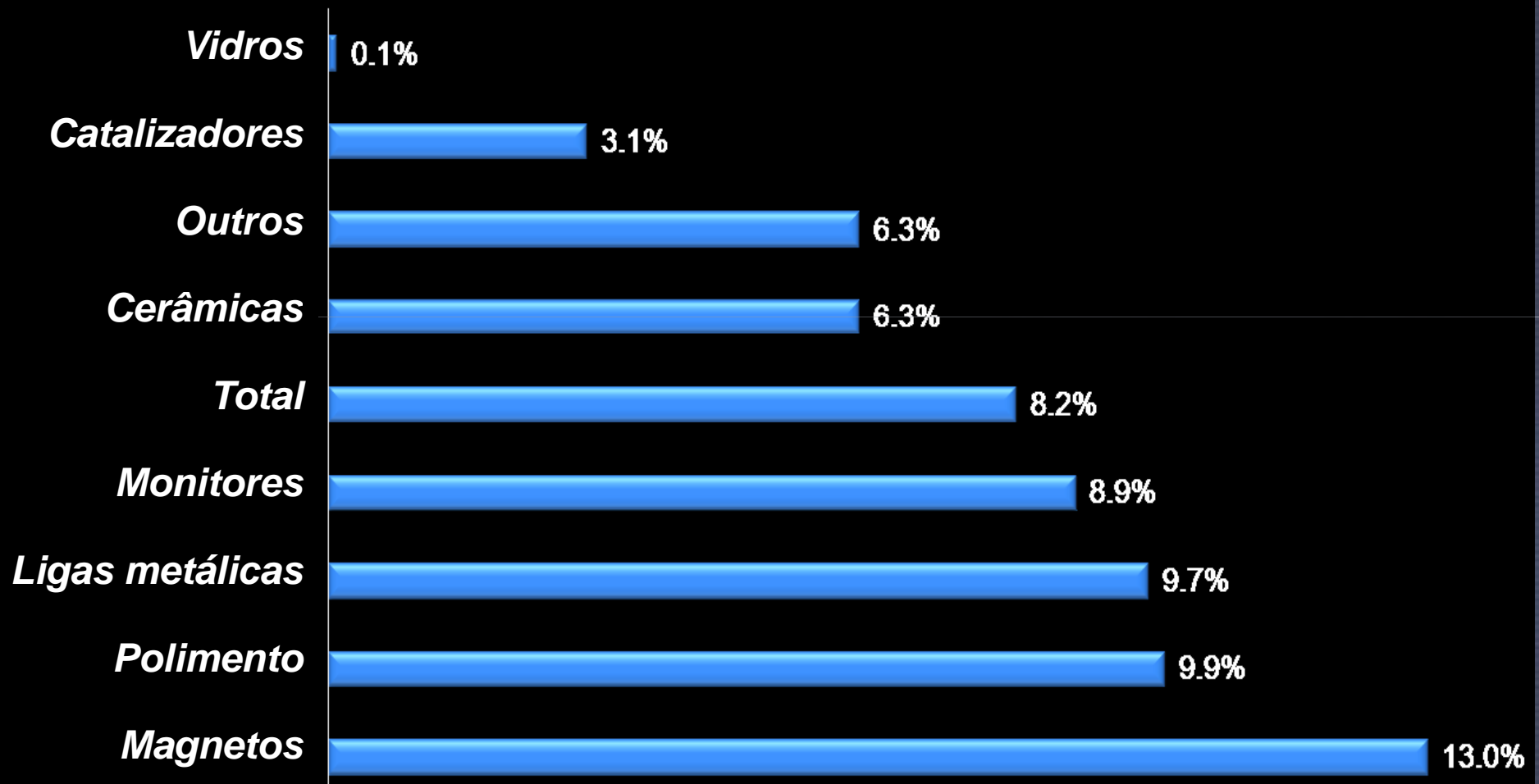






# TERRAS RARAS

*Crescimento da demanda mundial por terras raras por uso final em 2010-15*

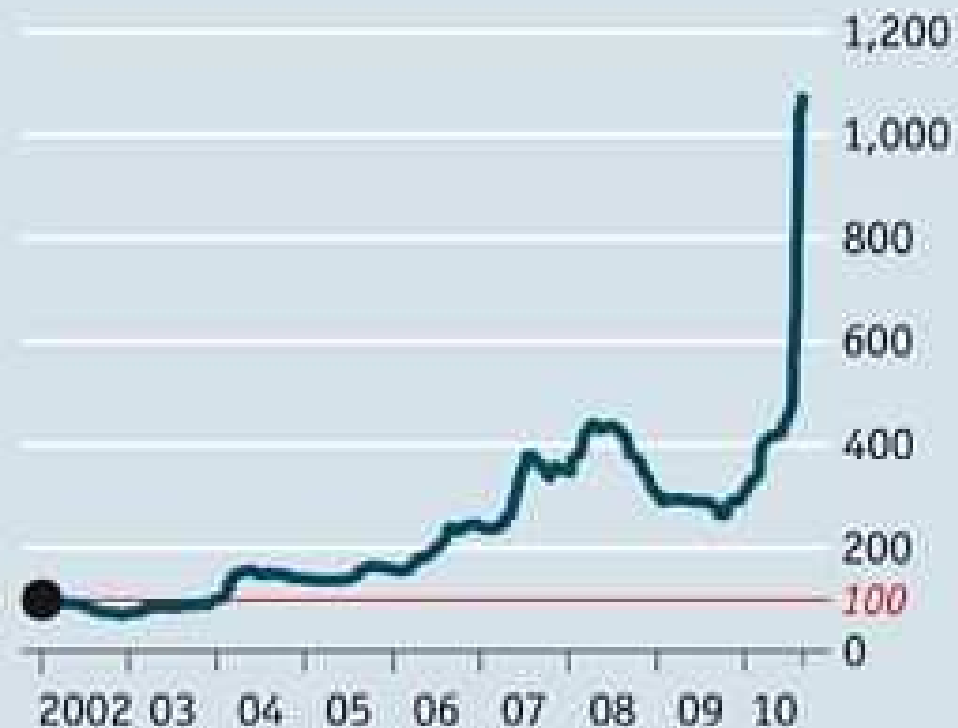




# TERRAS RARAS

## Rarity value

Rare-earths price index\*, January 2002=100

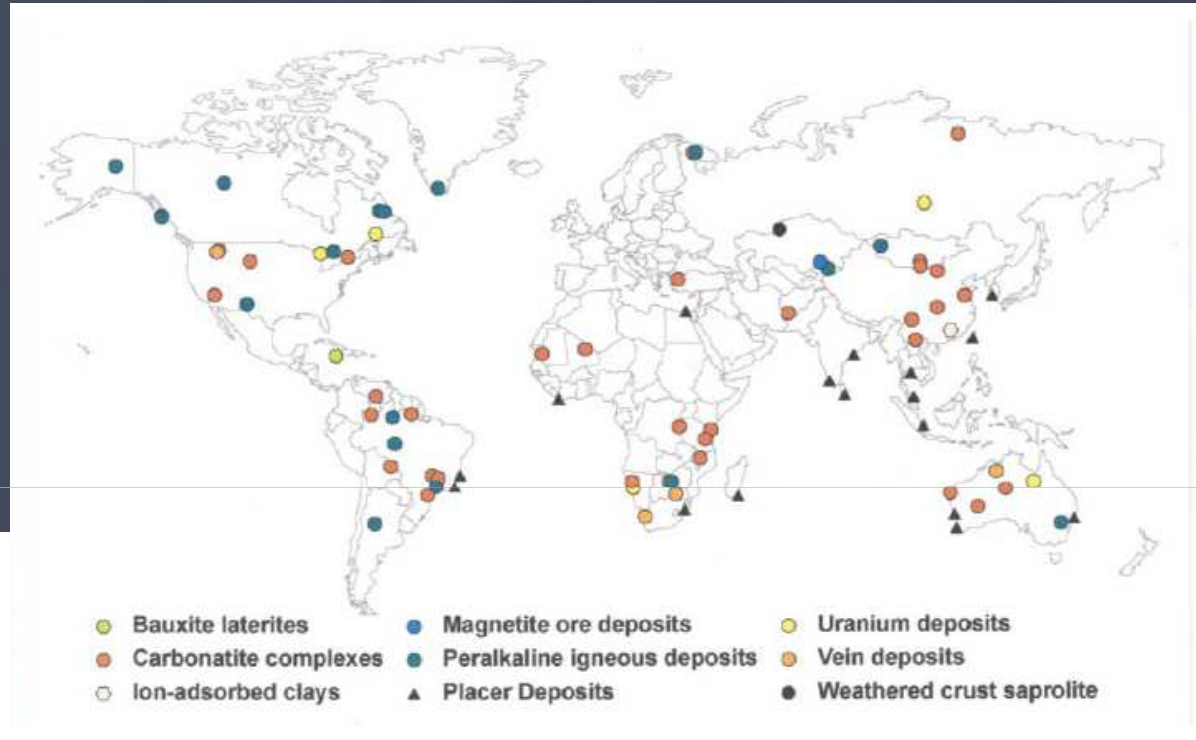


Source: Kaiser Bottom-Fish

\* Composite of ten metals



# TERRAS RARAS



## Major Rare Earth Sources

<u>Mineral</u>	<u>Composition</u>	<u>Occurrence</u>
▪ Bastnäsite (Ce)	(REE) CO <sub>3</sub> F	Carbonatites
▪ Monazite (Ce)	(REE) PO <sub>4</sub>	Beach Sands, Hydrothermal
▪ Xenotime (Y)	(Y,REE) PO <sub>4</sub>	Beach Sands, Hydrothermal
▪ Loparite (Ce)	(REE,Na,Ca) (Ti, Nb,Ta)O <sub>3</sub>	Alkaline igneous massif
▪ South China Clays	(Ion-adsorbed REE+Y in Clays)	
▪ Uraninite	(REE and Y — Released as dissolved elements in rafinates from uraninite)	





# Considerações

- A primeira grande fonte mundial de terras raras foi encontrada no Brasil. A exploração das areias monazíticas, localizadas nas praias de Cumuruxatiba-Bahia, começou em 1886, para atender à demanda por produção de mantas incandescentes de lampiões a gás.
- O país foi o maior produtor mundial da indústria mineira de terras-raras até 1915, quando passou a alternar essa posição com a Índia durante 45 anos. Ainda assim, o país deixou de lado a produção dos concentrados de terras-raras em 1995, quando produziu 110 toneladas de óxidos. Hoje, a sua única usina de produção está fechada.



# Considerações

- Isso não significa que os estudos científicos e tecnológicos sobre o tema estejam abandonados. A concentração de esforços e investimentos na prospecção, mineração e beneficiamento das terras-raras pode significar um avanço tecnológico inestimável para o Brasil.
- Os especialistas priorizam entre outras uma reserva significativa em Catalão (GO), a cerca de 150 km de Brasília. A jazida recebeu o nome de Córrego do Garimpo e tem reservas potenciais de 30 milhões de toneladas de minério de monazita com teor médio de 7,56% de óxidos de terras raras (OTRs).
- Outra reserva de destaque no Brasil é a Mina do Pitinga, em Presidente Figueiredo (AM). Trata-se de uma das maiores reservas de xenotima do mundo. A xenotima está sendo estocada como subproduto da produção de cassiterita na região.





# Brasil na produção de bens minerais

<i>Player</i> global	Exportador	Auto-suficiente	Importador /Produtor	Dependência externa
Nióbio (1º)	Rochas ornamentais	Calcário(cimento)	Rocha fosfática	Potássio
Ferro (1º)	Caulim	Cromo	Cobre	Enxofre
Manganês (1º)	Magnesita	Diamante ind.	Zinco	Carvão metalúrgico
Bauxita (2º)	Vermiculita	Titânio	Diatomito	Terras raras
Tantalita (2º)	Mica	Ouro	Tungstênio	
Grafita (3º)		Talco		
Amianto (4º)		Níquel		

Fonte: Sumário Mineral DNPM, 2007.



## CONSUMO PER CAPITA DE MATERIAIS NO BRASIL E NO MUNDO (kg/hab)

MATERIAL	BRASIL (2009)	EUA [1900-1920]	MUNDO	PAÍSES DESENVOLVIDOS	CHINA
CIMENTO	270	220	395	400 - 800	900
AÇO	138	120	202	400 - 600	330
COBRE	2,5	2,0	2,7	8 - 12	3,0
ALUMÍNIO	8,0	n.d.	5,7	20 - 30	8,0

Fonte: Perspectiva Mineral n. 1, 2009, SGM, site MME [Dados de 2007]



# PIB & COMÉRCIO EXTERIOR

Mineração (M) e Transformação Mineral (TM)  
[metálicos e não-metálicos]

US\$ bilhões

	2007	2008	2009	2009 / 08
<b>PIB Brasil</b>	<b>1.500</b>	<b>1.577</b>	<b>1.574</b>	<b>- 0,2 %</b>
<b>PIB M &amp;TM</b>	<b>56,0</b>	<b>65,7</b>	<b>48,6</b>	<b>- 6,0 %</b>
<b>M &amp;TM no PIB Brasil</b>	<b>3,7%</b>	<b>4,2%</b>	<b>3,1%</b>	
<b>Comércio Exterior</b>				
<b>Saldo Comercial M &amp;TM</b>	<b>16,1</b>	<b>14,9</b>	<b>14,4</b>	<b>- 3,4%</b>
<b>Saldo Comercial Brasil</b>	<b>40,0</b>	<b>24,8</b>	<b>24,6</b>	<b>- 0,8%</b>
<b>M &amp;TM nas Exportações do Brasil</b>	<b>21,0%</b>	<b>22,3%</b>	<b>20,2%</b>	

Obs: PIB a U\$ 2009; comércio exterior, US\$ corrente.

Exclusive P&G

Fonte: Sinopse M &TM, 2010 [SGM/DTTM – DNPM/DIPLAN]





# TERRAS RARAS E MINERAIS ESTRATÉGICOS

*O esforço nacional no setor tem estado em descompasso com as preocupações existentes no cenário mundial, tornando-se necessário um reposicionamento em curto prazo*

Leonam dos Santos Guimarães