



# 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



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

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

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



# Brasil na produção de bens minerais

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

Fonte: Sumário Mineral DNPM, 2007



# PIB & COMÉRCIO EXTERIOR

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

US\$ bilhões

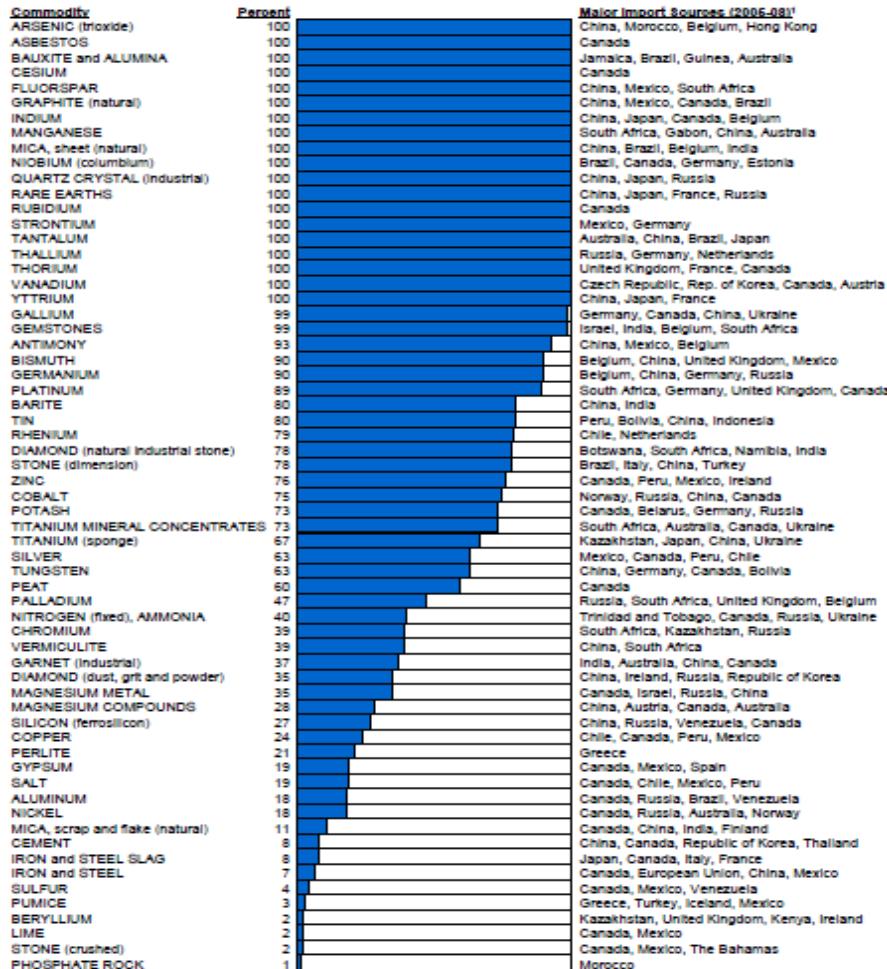
	2007	2008	2009	2009 / 08
<b>PIB Brasil</b>	<b>1.500</b>	<b>1.577</b>	<b>1.574</b>	<b>- 0,2 %</b>
<b>PIB M &amp;TM</b>	<b>56,0</b>	<b>65,7</b>	<b>48,6</b>	<b>- 6,0 %</b>
<b>M &amp;TM no PIB Brasil</b>	<b>3,7%</b>	<b>4,2%</b>	<b>3,1%</b>	
<b>Comércio Exterior</b>				
<b>Saldo Comercial M &amp;TM</b>	<b>16,1</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.

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

# Estados Unidos

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



Grande dependência de importações

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

## MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2010

Abrasives	Fluorspar	Mercury	Silicon
Aluminum	Gallium	Mica	Silver
Antimony	Garnet	Molybdenum	Soda Ash
Arsenic	Gemstones	Nickel	Sodium Sulfate
Asbestos	Germanium	Niobium	Stone
Barite	Gold	Nitrogen	Strontium
Bauxite	Graphite	Peat	Sulfur
Beryllium	Gypsum	Perlite	Talc
Bismuth	Hafnium	Phosphate Rock	Tantalum
Boron	Helium	Platinum	Tellurium
Bromine	Iodine	Potash	Thallium
Cadmium	Iodine	Pumice	Thorium
Cement	Iron Ore	Quartz Crystal	Tin
Cesium	Iron and Steel	Rare Earths	Titanium
Chromium	Kyanite	Rhenium	Tungsten
Clays	Lead	Rubidium	Vanadium
Cobalt	Lime	Salt	Vermiculite
Copper	Lithium	Sand and Gravel	Yttrium
Diamond	Magnesium	Scandium	Zinc
Diatomite	Manganese	Selenium	Zirconium
Feldspar			



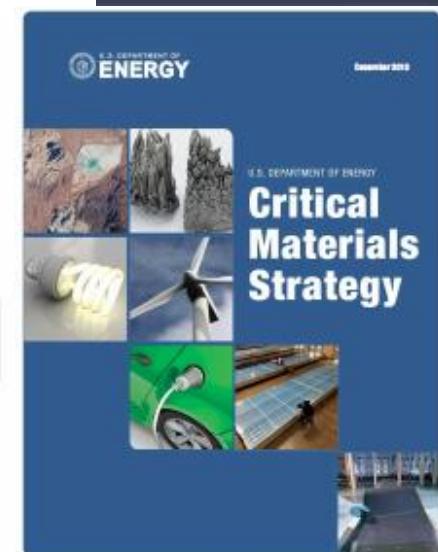


# Estados Unidos



14 materiais estratégicos, sendo 5 terras raras

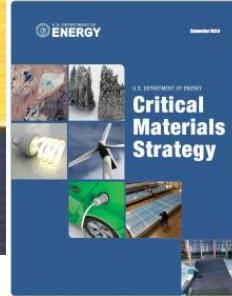
1 H															2 He														
3 Li	4 Be	Li-Lithium Y-Yttrium	In-Indium Te-Tellurium	Pr-Praseodymium Nd-Neodymium	Eu-Europium Tb-Terbium	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																		
11 Na	12 Mg	Co-Cobalt Ga-Gallium	La-Lanthanum Ce-Cerium	Sm-Samarium	Dy-Dysprosium	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																		
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 Uup	115 Uuh	116 Uus	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

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

Concentração da produção de matérias-primas minerais críticas

**Critical Elements for New Energy Technologies**



APS physics  
PANEL ON PUBLIC AFFAIRS

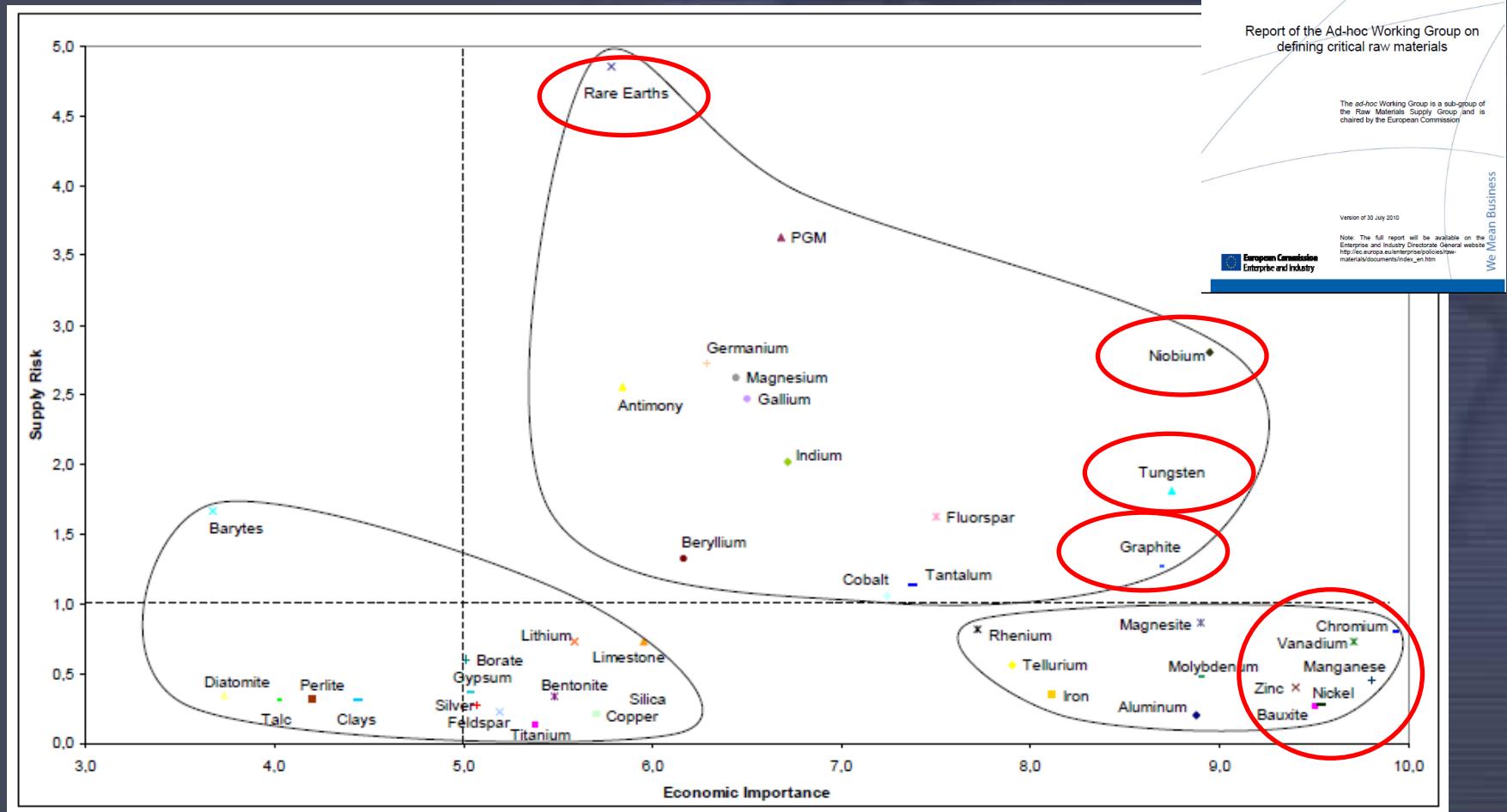


An MIT Energy Initiative Workshop Report  
April 29, 2010

MIT  
Massachusetts Institute of Technology

# União Européia

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



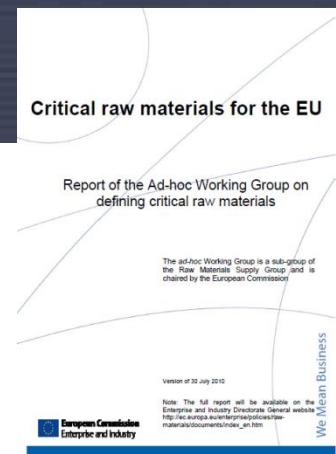
# União Européia

## 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.

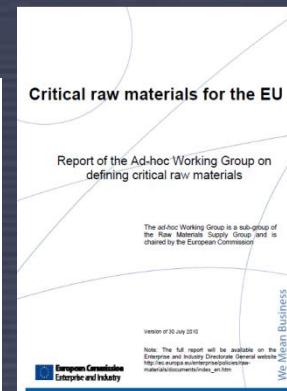
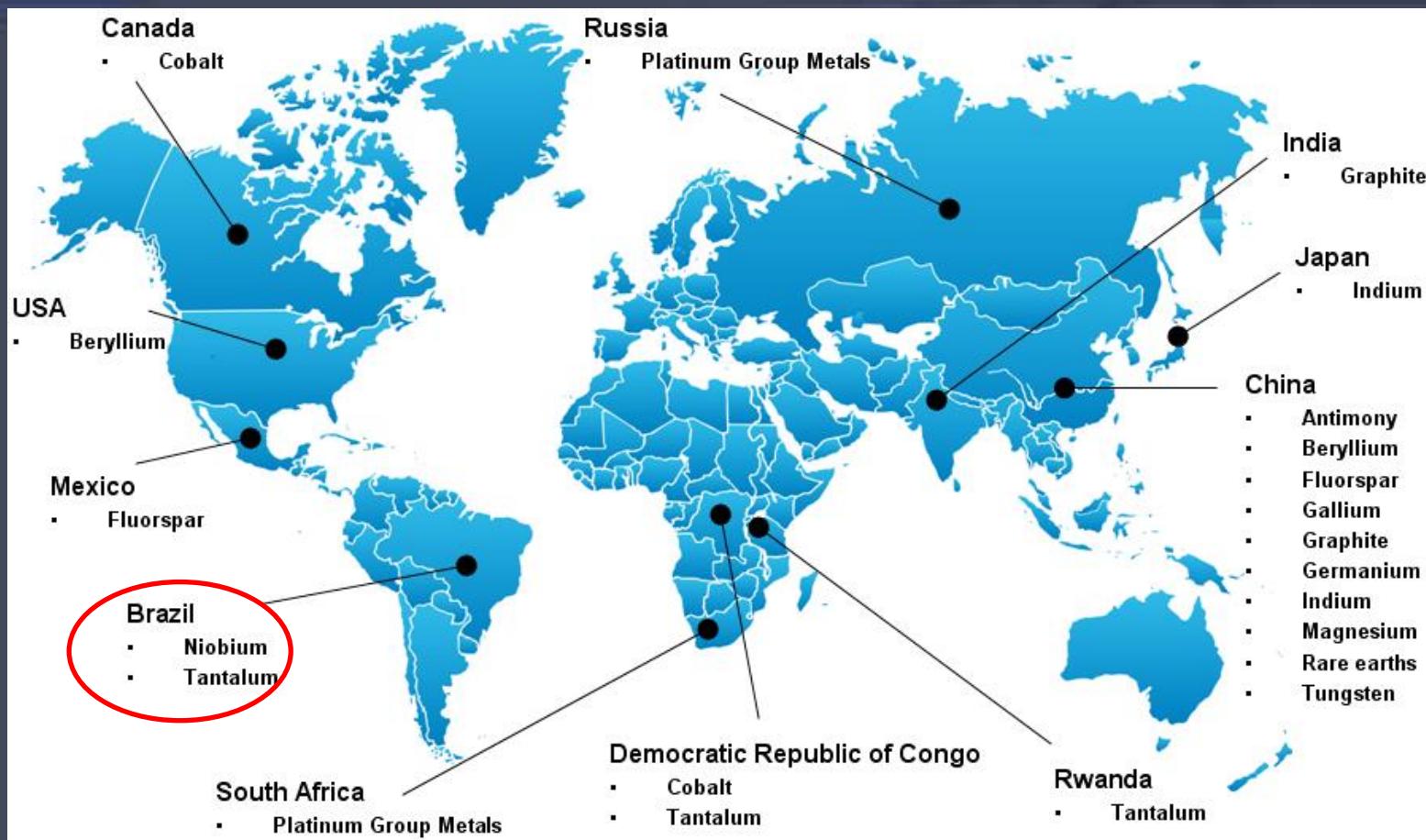
<sup>2</sup> Rare earths include yttrium, scandium, and the so-called lanthanides (lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, promethium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium and lutetium)





# 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

Rarity

Unstable supply

Unstable price

Element	Resource Rarity*
PGM	23,000,000
In	3,800,000
Se	1,200,000
Cd	250,000
Bi	240,000
Sb	180,000
Ta	66,000
W	33,000
Sn	29,000
Ge	17,000

Element	1 <sup>st</sup> Product Country	Share
REE	China	97.1
Nb	Brazil	89.8
W	China	86.5
Sb	China	81.6
Ta	Australia	62
B	Turkey	58.7
PGM	South Africa	58.6
Si	China	57.7
In	China	54.8
Bi	China	52.5

Element	\$/ton (2002yr)	\$/ton (2007yr)	Price Variation (%)
Se	8267	72222	774
Mo	8840	70260	695
In	87140	680800	681
Ni	6772	37181	449
Bi	6658	31437	372
W	5400	24826	360
V	9662	43295	348
Co	15719	64440	310
Cr	717	2761	285
Ti	5980	22530	277

\* Exhaustion rate of steel =1

- 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

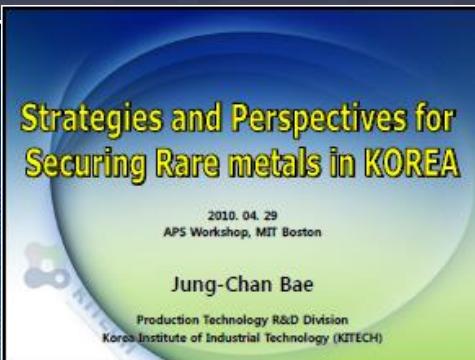
## Rare metals – As Critical Metals

Rarity + Distribution × Demand + Rate of popularity



Stone age  
Bronze age  
Steel age  
Rare metal age

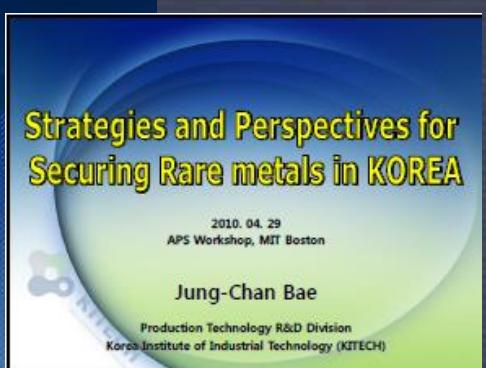
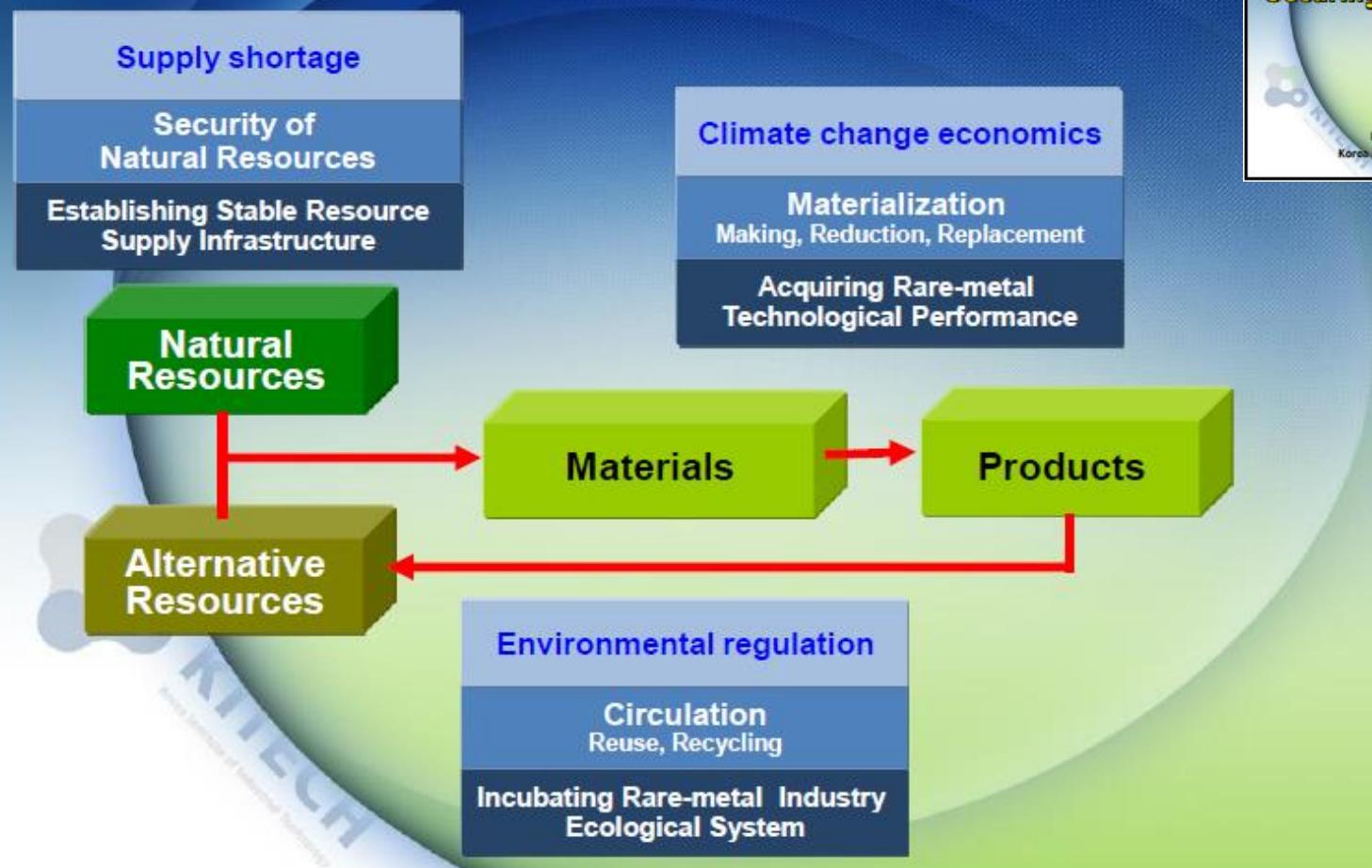
11 Critical Strategic Elements in KOREA





# CORÉIA DO SUL

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





# CORÉIA DO SUL

## Strategies for Rare metals in KOREA

### 1. Securing Foreign/Oversea 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

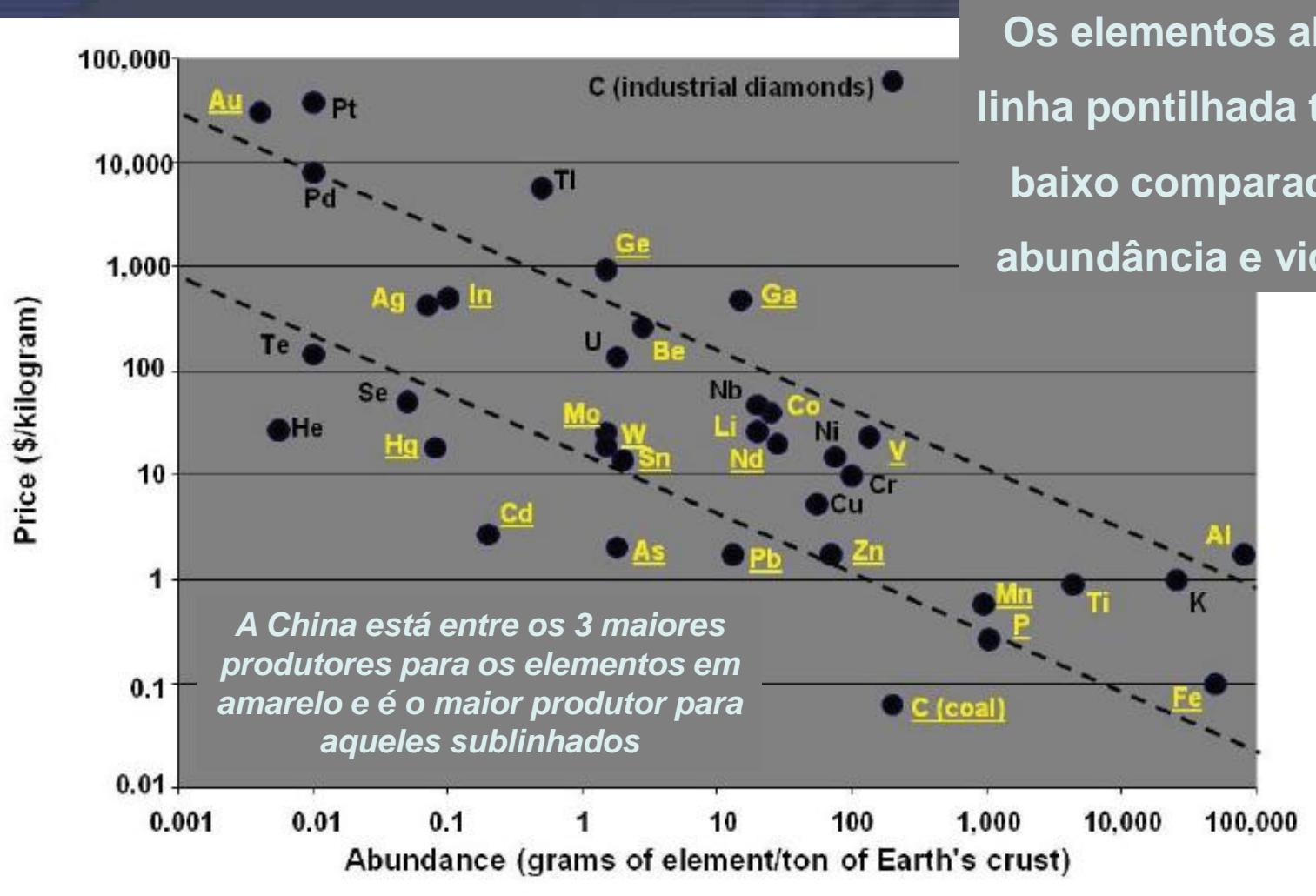
### 4. Circulation technology and infrastructuring (Recycle/ Reuse)

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





# Preço x Abundância



Os elementos abaixo da linha pontilhada têm preço baixo comparado a sua abundância e vice-versa.



# 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 utilização exclusiva
- A China vem investindo pesadamente na aquisição de terras e reservas minerais em outros países, sobretudo na África, mas também no Brasil.



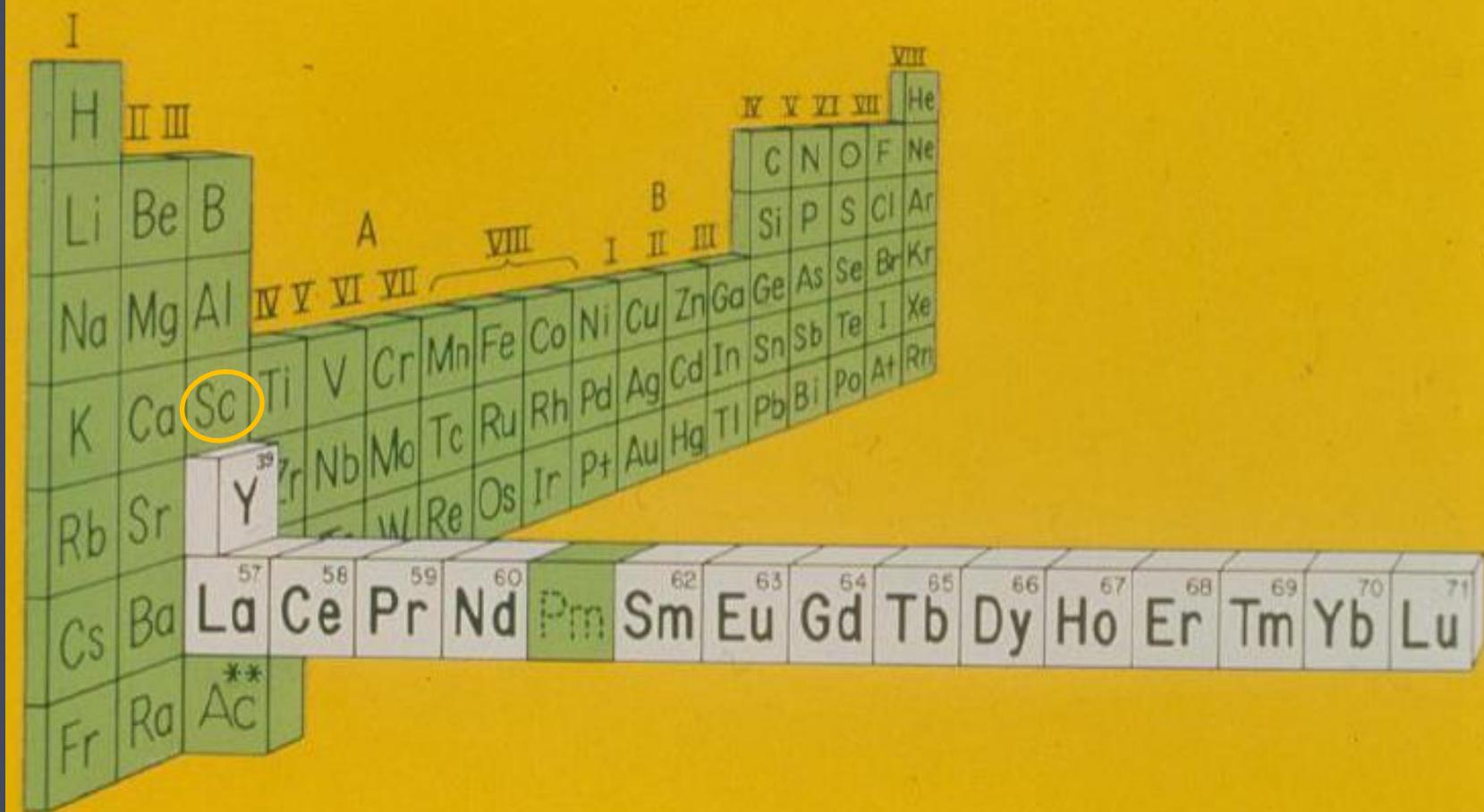
# Considerações

- 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 como a columbita-tantalita, principal fonte de nióbio e tântalo, e de minérios radioativos, como a torianita.



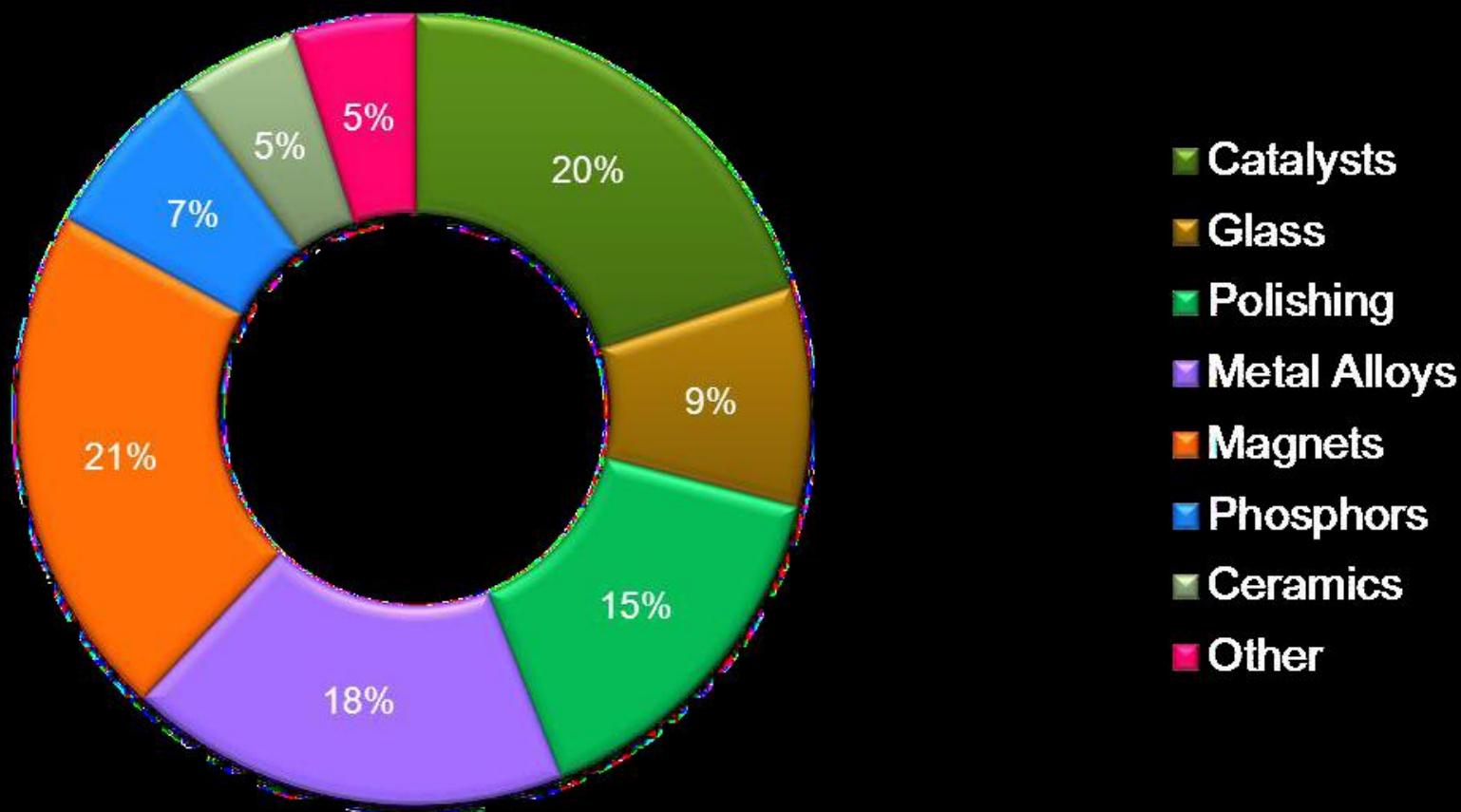
# TERRAS RARAS

Incluem *Escandio, Itrio e os chamados Lantanídeos: Lantânio, Cério, Praseodímio, Neodímio, Promécio, Samário, Európio, Gadolínio, Térbio, Disprósio, Hólvio, Érbio, Túlio, Itérbio e Lutécio*



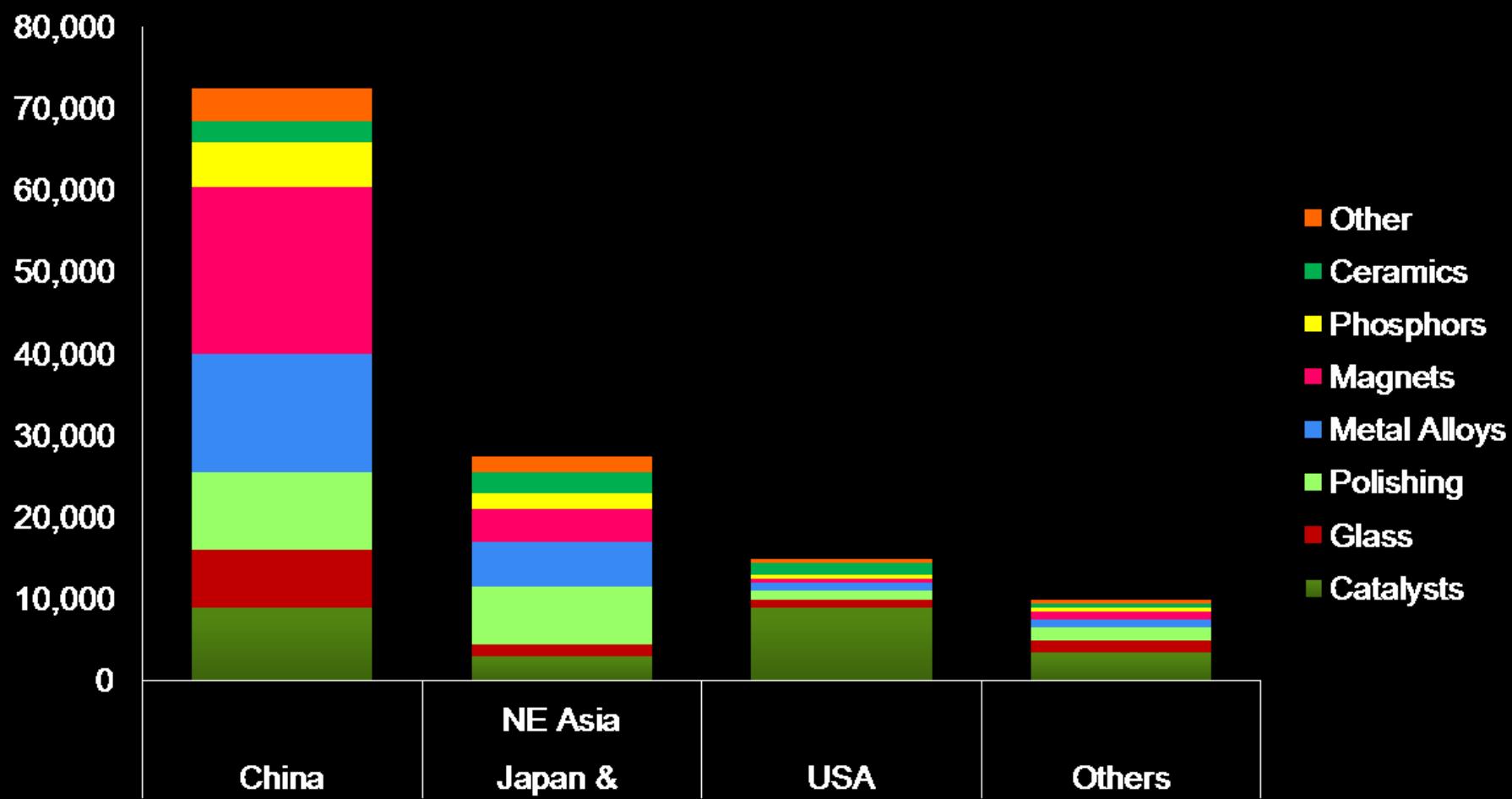
# TERRAS RARAS

Global rare earths demand by end-use, 2010 (%)



# TERRAS RARAS

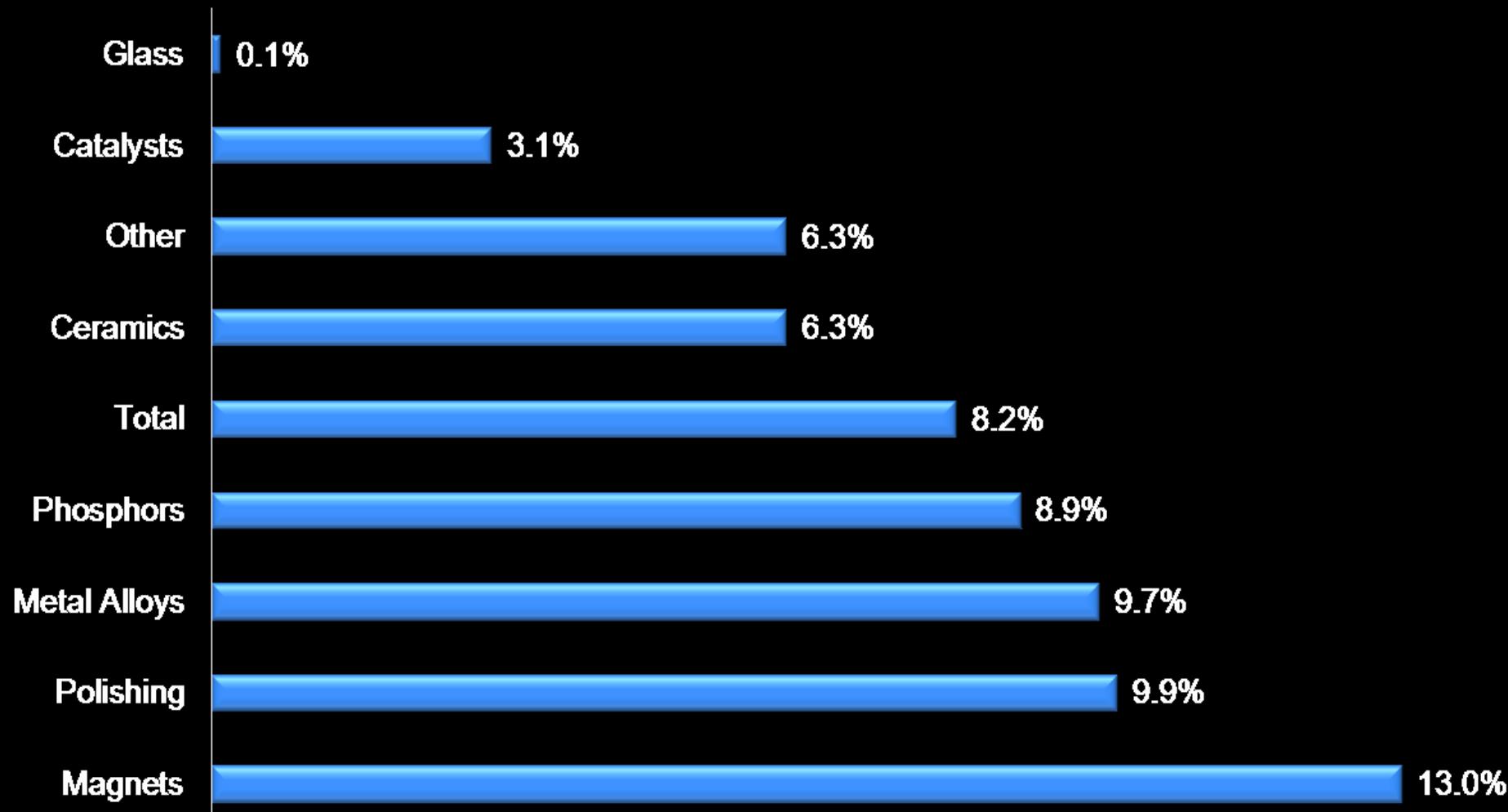
Estimated demand for rare earths by country and application in 2010 (tREO)





# TERRAS RARAS

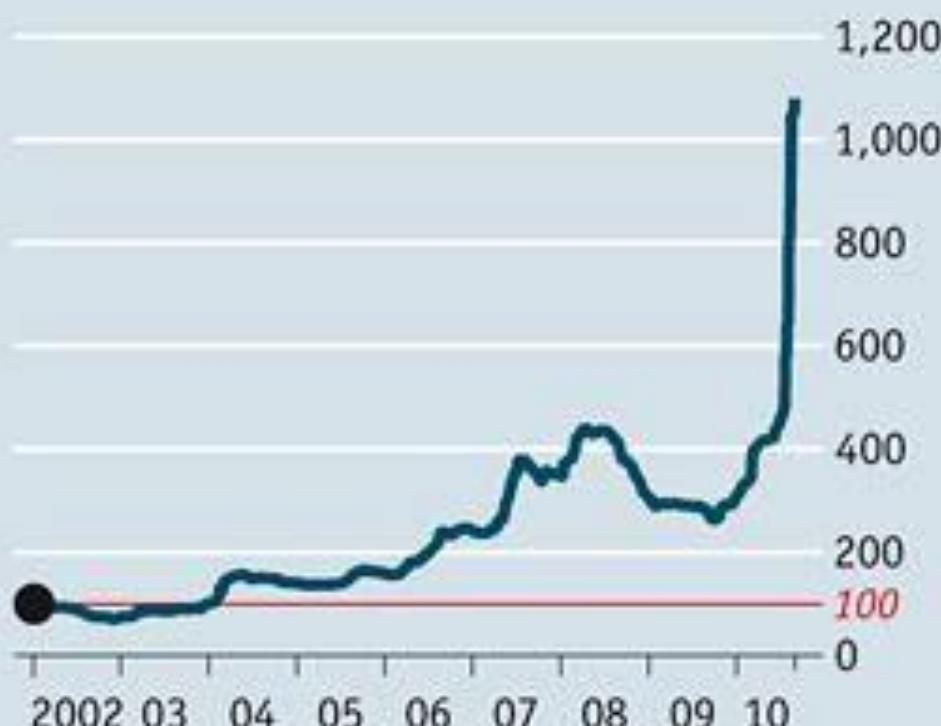
Change in demand for rare earths by end-use, 2010-2015, CAGR



# 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)  $(\text{REE}) \text{CO}_3\text{F}$  Carbonatites

Monazite (Ce)  $(\text{REE}) \text{PO}_4$  Beach Sands, Hydrothermal

Xenotime (Y)  $(\text{Y},\text{REE}) \text{PO}_4$  Beach Sands, Hydrothermal

Loparite (Ce)  $(\text{REE},\text{Na},\text{Ca}) (\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_3$  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. E o País tem exportado “rejeitos” do processamento de monazita



# 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.



# 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