

# Terras Raras - Desafios científicos e tecnológicos

José Farias de Oliveira

Professor Titular

COPPE/UFRJ

(oliveira@metalmat.ufrj.br)



## A COPPE em números

### Total de títulos concedidos (até 2010)

- 9.418 mestres
- 3.037 doutores

### Produção acadêmica (em 2010)

- 344 dissertações de mestrado
- 176 teses de doutorado

### Interação com a sociedade (governos, empresas e sociedade civil)

- 12.000 contratos no total
- 1.300 projetos em andamento
- 94 patentes depositadas
- 13 softwares registrados

# PORTARIA INTERMINISTERIAL MME/MCT No 614, DE 30.06.2010 - DOU 05.07.2010

Os Ministros de Estado de Minas e Energia e da Ciência e Tecnologia, no uso da atribuição que lhes confere o art. 87, parágrafo único, inciso IV, da Constituição,

Resolvem:

**Art. 1o** Instituir Grupo de Trabalho Interministerial sobre Minerais Estratégicos - GTI-ME, com a finalidade de elaborar propostas de integração, coordenação e aprimoramento das políticas, diretrizes e ações voltadas para minerais estratégicos, conduzidas pelo Ministério de Minas e Energia - MME e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT.

**Art. 3o** Designar os seguintes membros do GTI-ME:

I - do Ministério de Minas e Energia - MME:

**Claudio Scliar**, Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM/MME, que o Coordenará;

**Carlos Nogueira da Costa Junior**, Secretário-Adjunto da SGM/MME;

**Fernando Antônio Freitas Lins**, Diretor do Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral - DTTM/SGM/MME;

II - do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT:

**Ronaldo Mota**, Secretário de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - SETEC/MCT;

**Elzivir Azevedo Guerra**, Coordenador-Geral de Tecnologias Setoriais - CGTS/SETEC/MCT;

**José Farias de Oliveira**, Diretor do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM

**Art. 7o** Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

*MÁRCIO PEREIRA ZIMMERMANN*  
*SERGIO MACHADO REZENDE*

<http://www.mme.gov.br/sgm/menu/publicacoes.html>

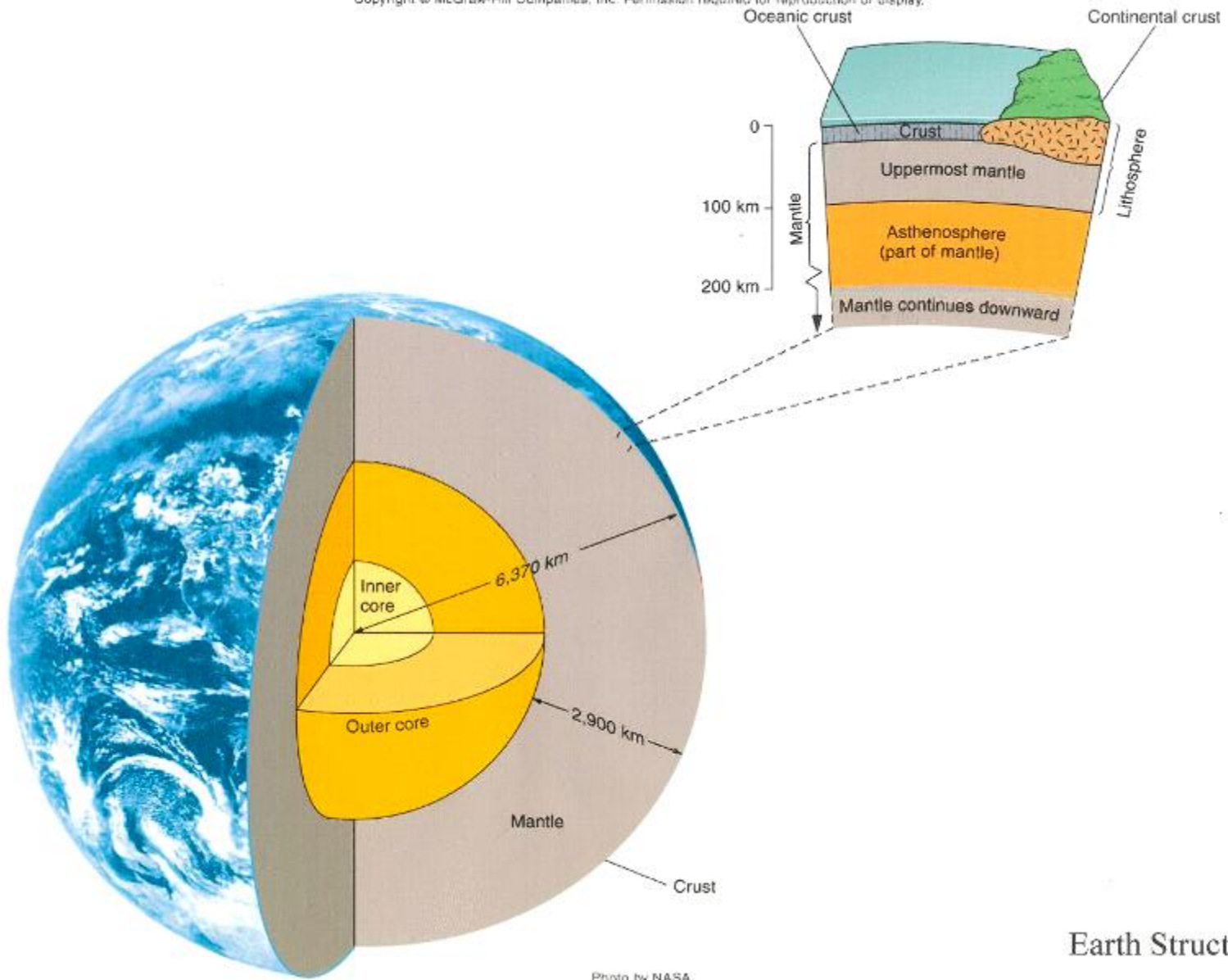
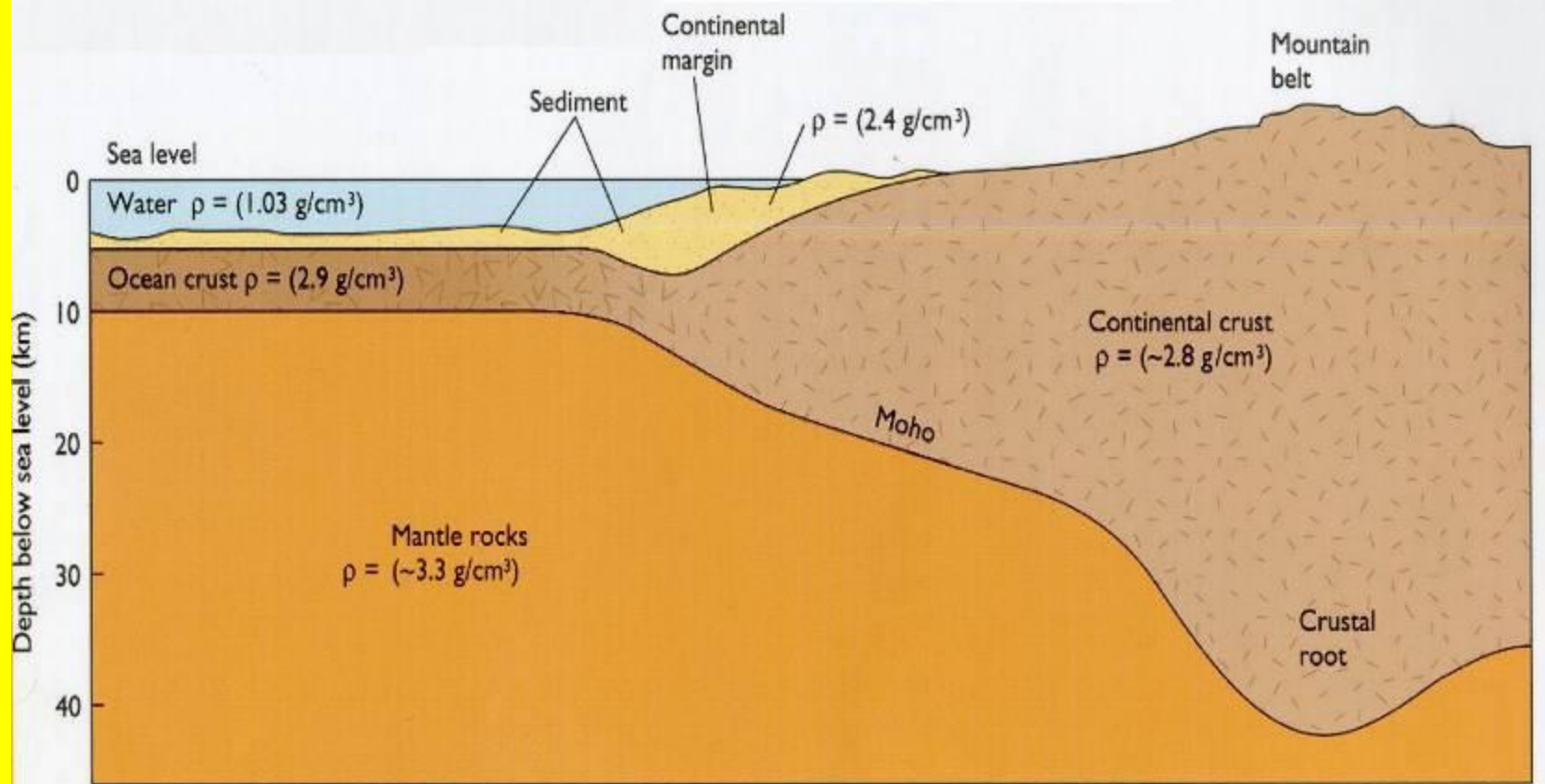
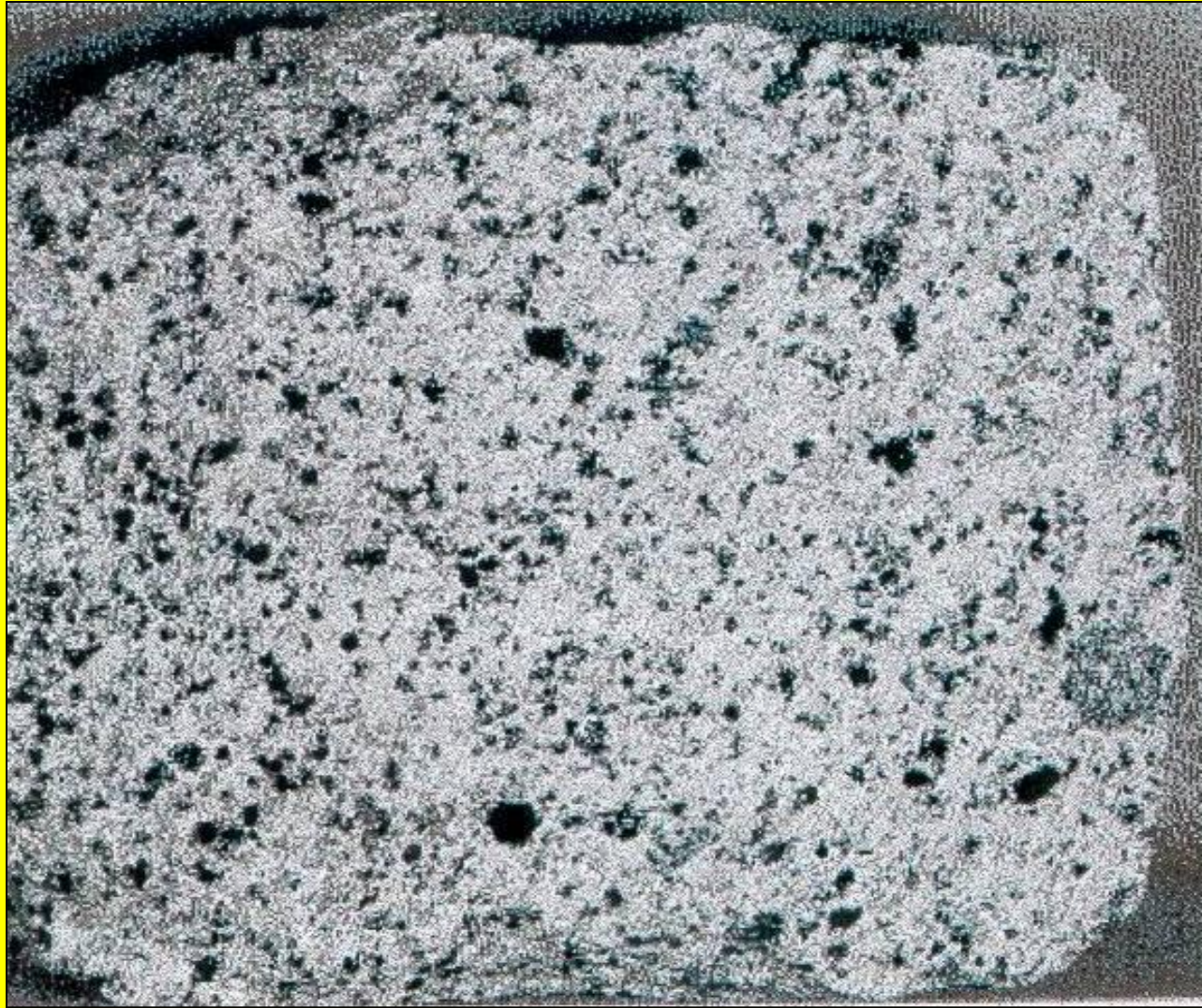


Photo by NASA

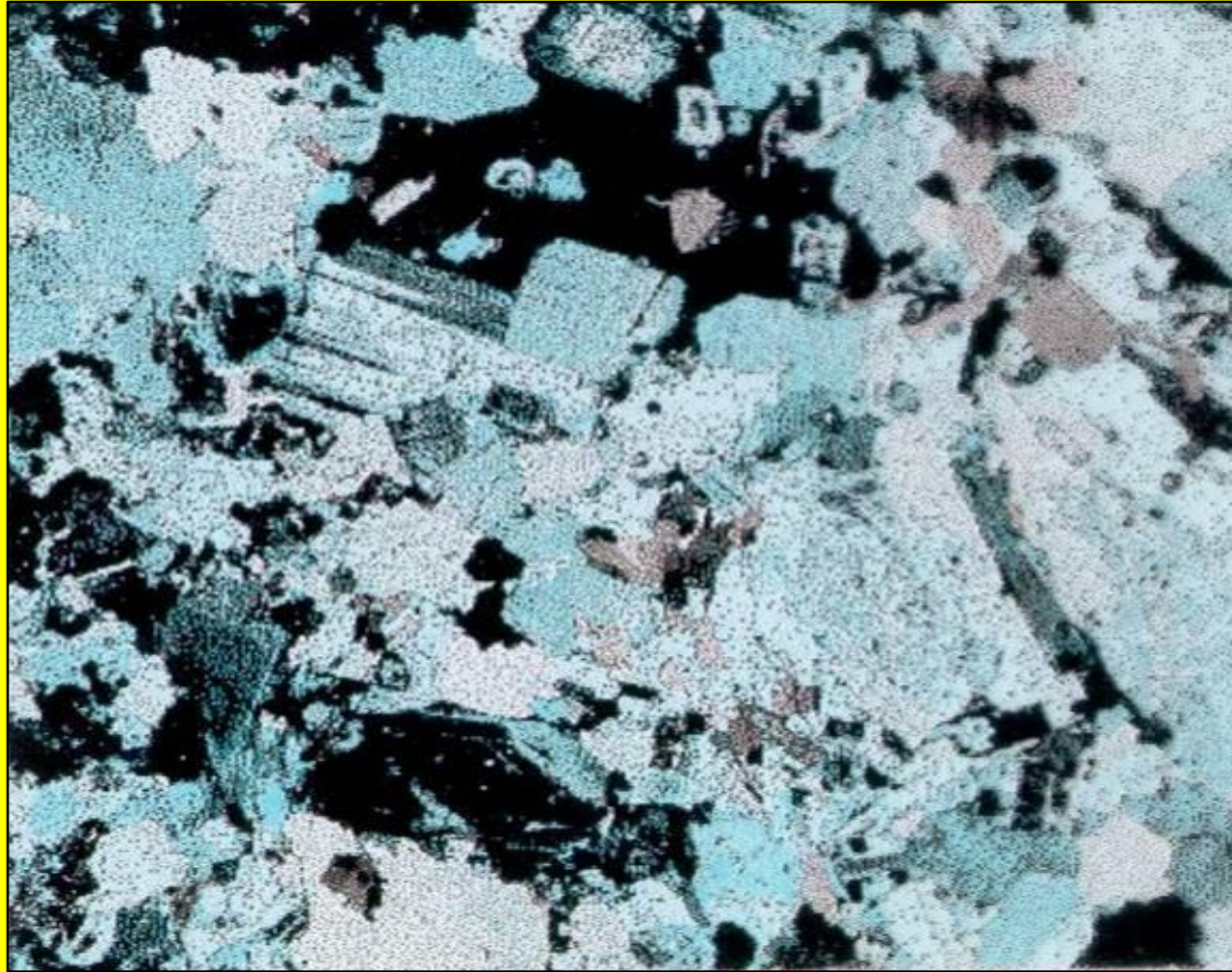
## Earth Structure



(c) OCEANIC CRUST VERSUS CONTINENTAL CRUST



**Rocha magmatica - Granodiorito (ca x1).**



**Amostra acima, fotomicrografia (ca x20; Nicois cruzados)**

Principais minerais (cristais) que contem elementos quimicos denominados terras raras

1. Bastnaesita:  $(\text{Ce,La,Y})\text{CO}_3\text{F}$

(carbonato)

2. Monazita:  $(\text{Ce,La,Th,Nb,Y})\text{PO}_4$

(fosfato)

3. Xenotima:  $\text{YPO}_4$

(fosfato)



## PRINCIPAIS DEPÓSITOS MINERAIS

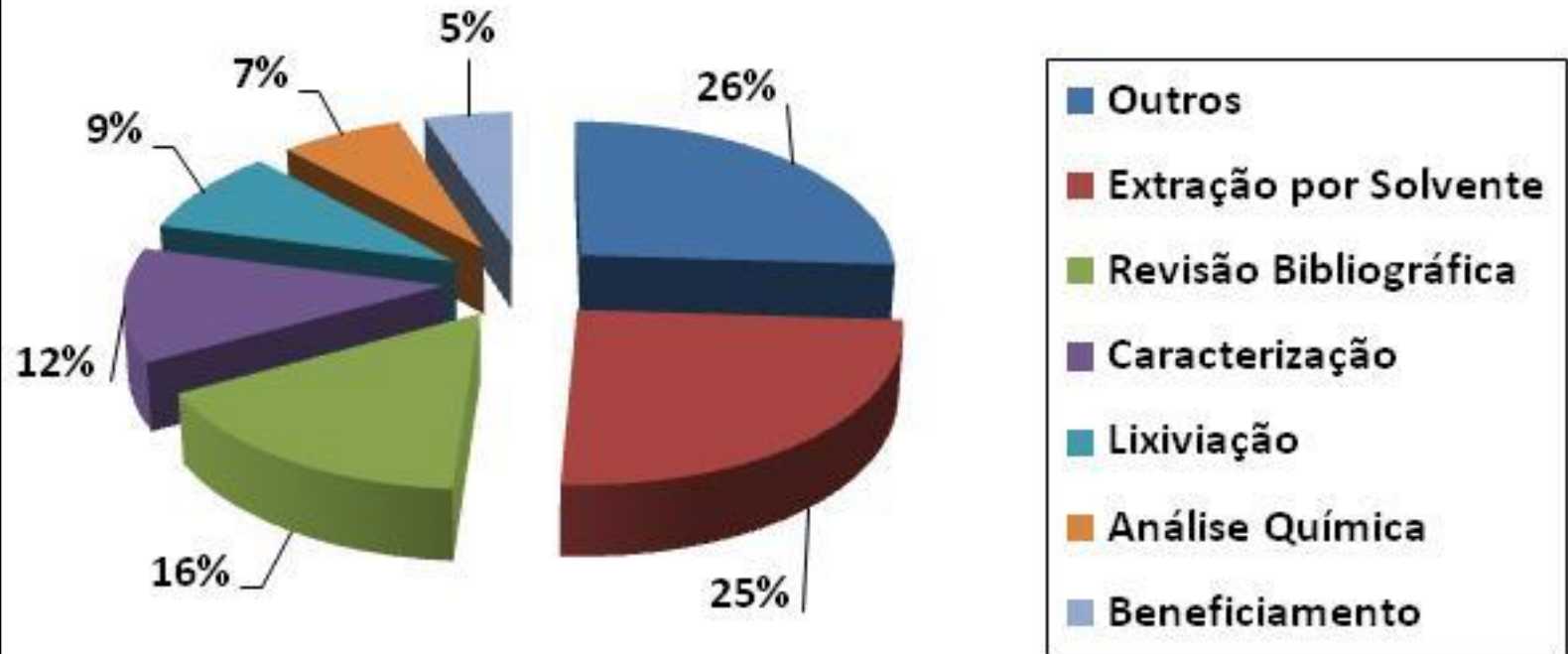
### No Exterior

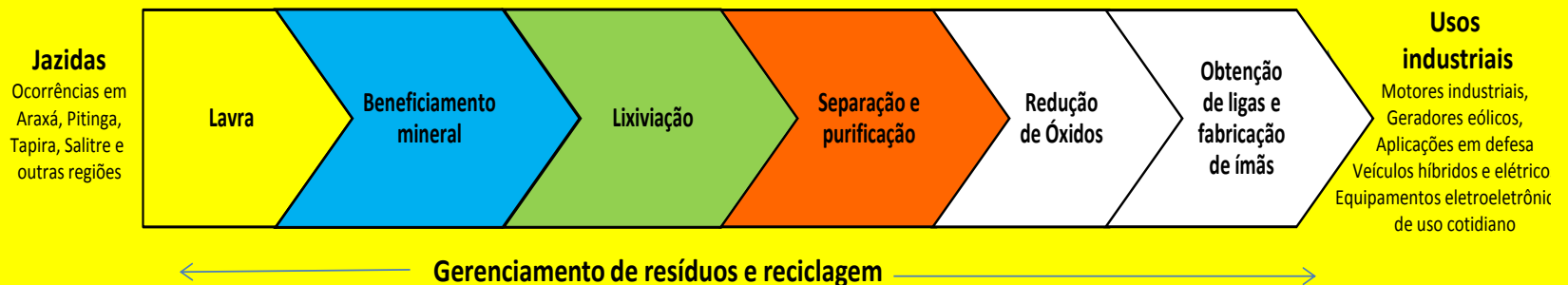
- **Mina de Baiyunobo - Mongólia Interior, China (35 milhões t OTR)**
- **Mina de Mountain Pass - Califórnia, EUA ( 5 milhões t OTR)**

### ➤ No Brasil

- **Mina do Pitinga, Presidente Figueiredo, AM (20.000 t)**
- **Depósito de Córrego do Garimpo, Catalão , GO (2,3 milhões t)**
- **Minério fosfático da Arafertil, Araxá, MG (4,4 milhões t)**
- **Minério fosfático, COPEBRAS, Catalão, GO ( 560 mil t)**
- **Minério fosfático, ULTRAFERTIL, Catalão, GO (712 mil t)**
- **Minério de nióbio, CBMM, Araxá, MG (800 mil t)**
- **Minério de anatásio, CVRD, Tapira, MG (900 mil t)**
- **Minério de terras-raras , MINEGRAL, Poços de Caldas, MG (300 mil t)**
- **Depósito aluvionares marinhos (areias monazíticas)**

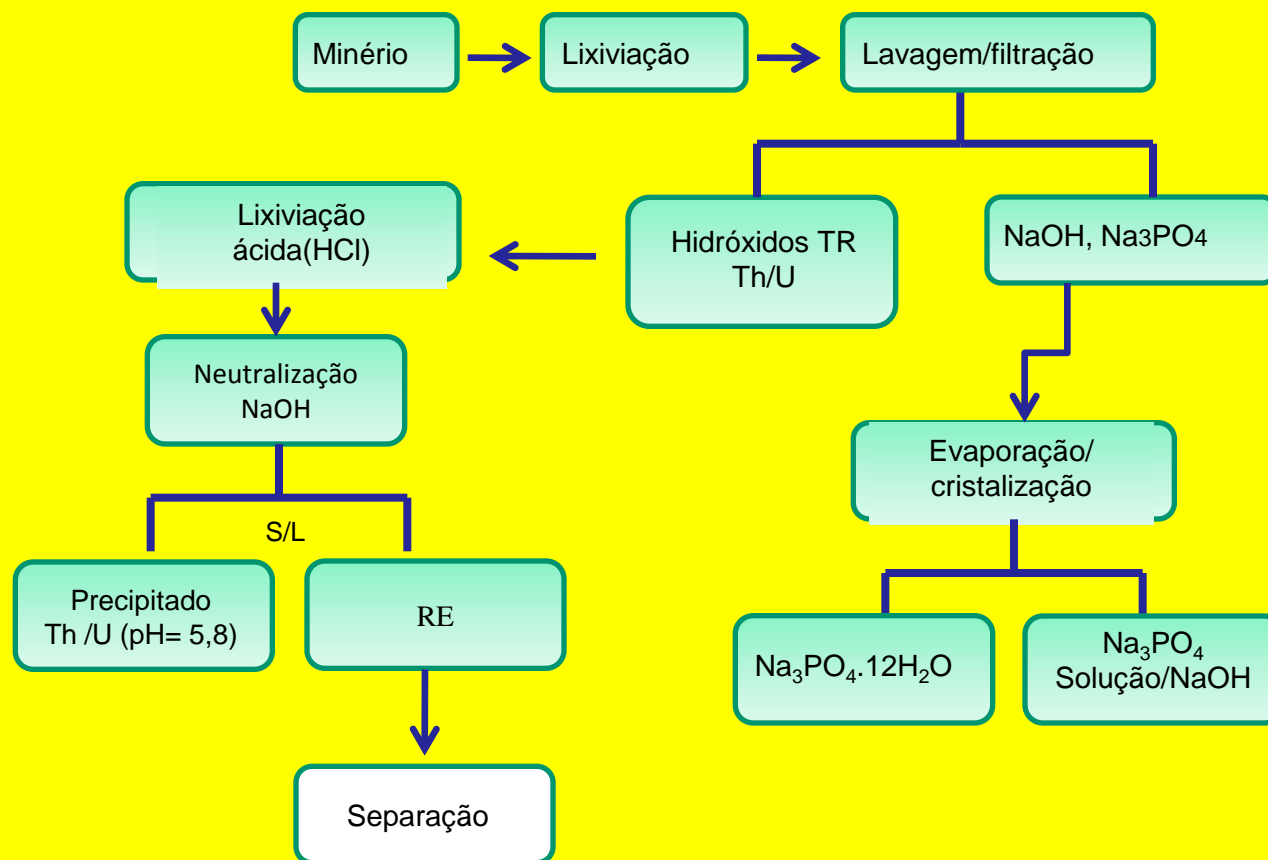
## CETEM - Trabalhos Técnicos Desenvolvidos no setor





Ronaldo Santos, Paulo S. Soares, Marisa Nascimento, CETEM, 2012

## Lixiviação Alcalina de Minério contendo Elementos Terras Raras



Ivan O.C. Masson, Paulo S.M.Soares, Marisa Nascimento, CETEM, 2012.

# CETEM - Usina Semi-Piloto de Extração por Solvente



Ivan O. C. Masson, Paulo S.M. Soares e Marisa Nascimento,  
CETEM, 2012.

# MagLev-Cobra: VLT (Veículo Leve sobre Trilhos de Nd-Fe-B)

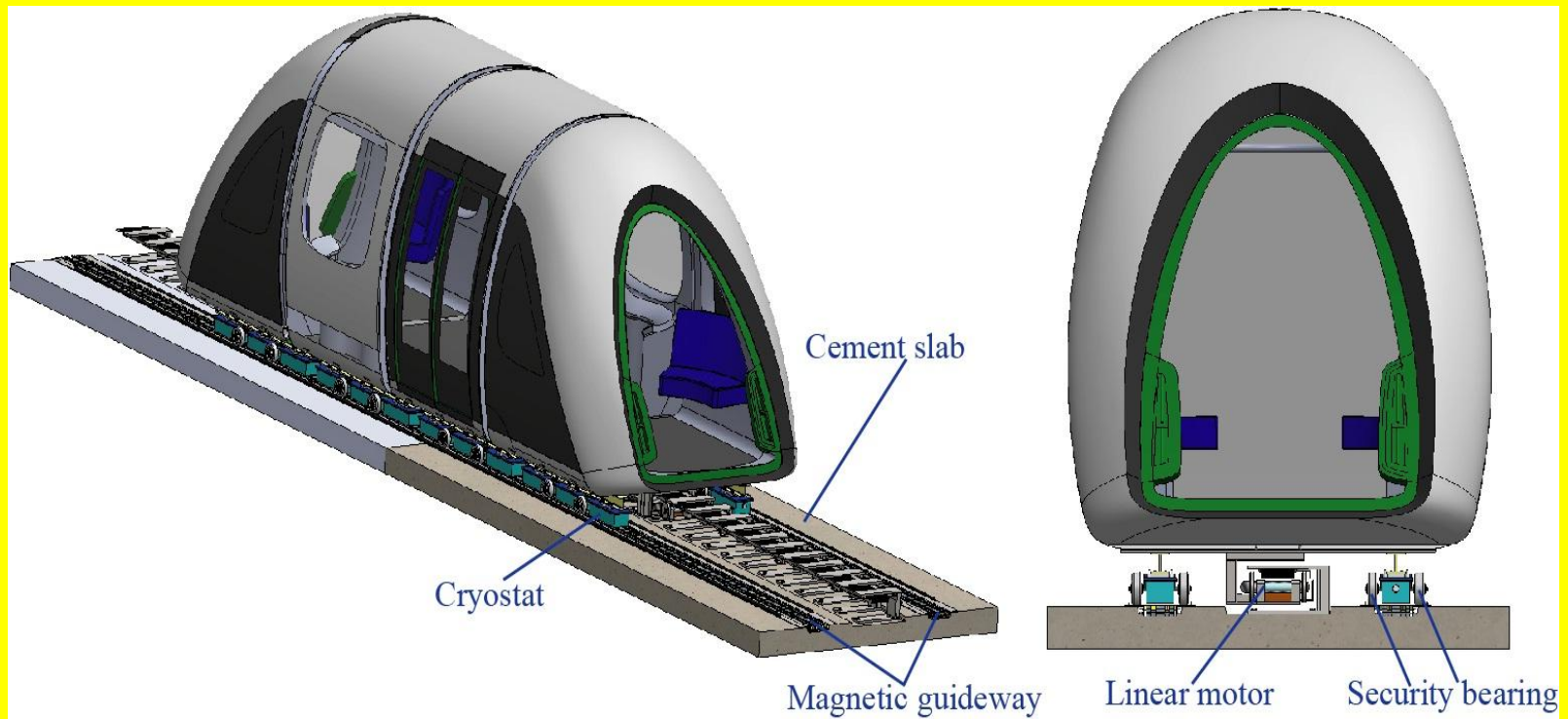
**RICHARD M. STEPHAN**

07/12/2011



COPPE/UFRJ

# Projeto MagLev-Cobra



Richard M. Stephan, COPPE, 201  
richard@dee.ufrj.br

# Projeto MagLev-Cobra



Permanent magnetic rail

Superconductors inside of cryostats



Levitation gap 1 cm

Richard M. Stephan, COPPE, 2011



# Levitação Supercondutora(SML):

## **Southwest Jiaotong University - Chengdu – China**

Wang, S.; Wang, J.; Wang, X.; Ren, Z.; Zeng, Y.; Deng, C.; Jiang, H.; Zhu, M.; Lin, G.; Xu, Z.; Zhu, D.; Song, H.; “[The man-loading high-temperature superconducting MagLev test vehicle](#)”; *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 13 , no.2, part: 2, pp.2134-2137, 2003.

## **IFW – Dresden – Alemanha**

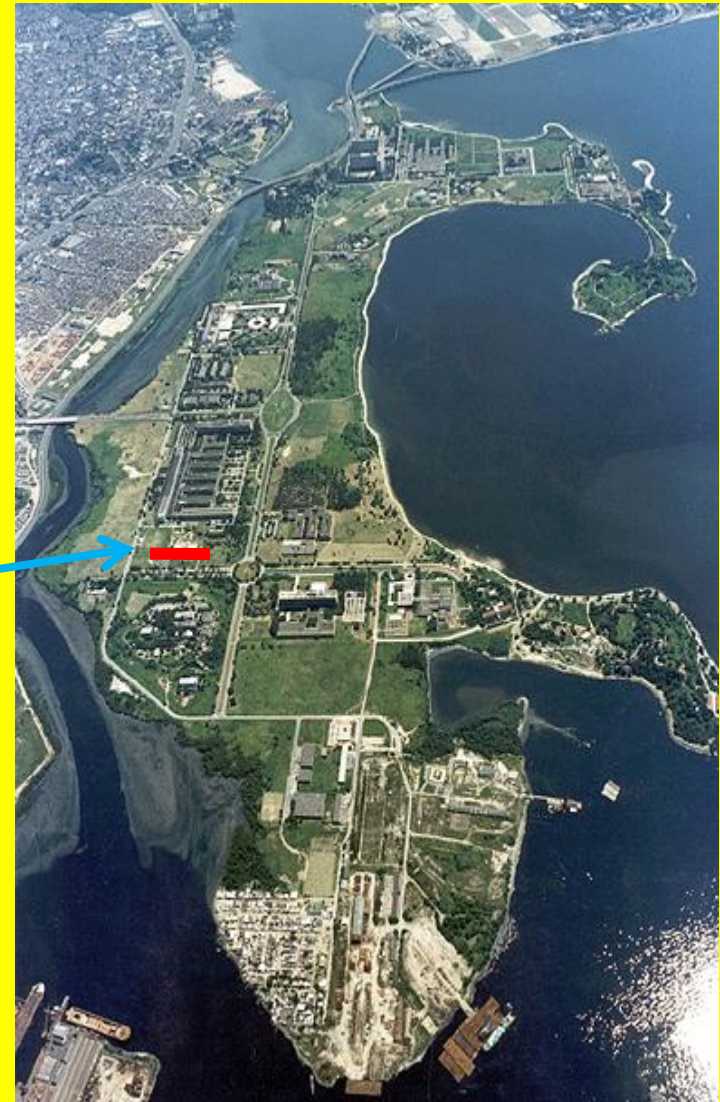
Schultz, L.; de Haas, O.; Verges, P.; Beyer, C.; Rohlig, S.; Olsen, H.; Kuhn, L.; Berger, D.; Noteboom, U.; Funk, U.; “[Superconductively levitated transport system – The Supra Trans project](#)” , *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 15 , no.2, part 2, pp.2301-2305, 2005.

## **LASUP/UFRJ - Brasil**

Stephan, R. M.; Nicolsky, R.; Neves, M. A.; Ferreira, A. C.; de Andrade Jr, R.; Moreira, M.A.C; Rosário, M. A. P.; Machado, O. J.; “[A Superconducting Levitation Vehicle Prototype](#)”, *Physica C, Superconductivity*, v.408, pp.932-934, 2004.

# A ilha da UFRJ

Linha de teste (200 metros)  
MagLev-Cobra





Imãs Nd-Fe-B, material importado da China

**COPPE** 50  
UFRJ

LA SUP  
LABORATÓRIO DE APLICAÇÕES EM SUPERCONDUTORES  
ESCOLA POLITÉCNICA - UFRJ

# MAGLEV 2014



The 22<sup>nd</sup> International Conference on Magnetically  
Levitated Systems and Linear Drives

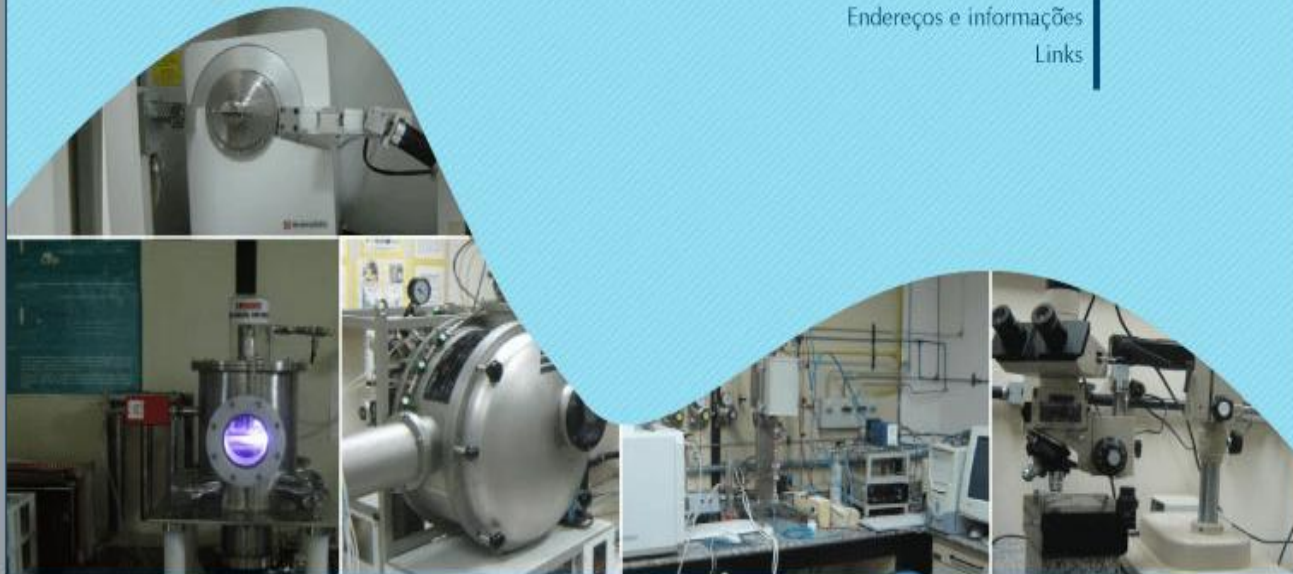
28<sup>th</sup> September to 1<sup>st</sup> October 2014 • Rio de Janeiro • Brazil



## Laboratório de Hidrogênio

PEMM  
COPPE/UFRJ

Linha de Pesquisa  
Laboratórios  
Fale Conosco  
Artigos Publicados  
Projetos Científicos  
O laboratório na mídia  
Endereços e informações  
Links



COPPE : : Universidade Federal do Rio de Janeiro



✉ webmail

[pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br](mailto:pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br)

# COPPE – Laboratório de Hidrogênio

(pmiranda@labh2.coppe.ufrj.br)



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Ceramics International 37 (2011) 3139–3152

---

---

CERAMICS  
INTERNATIONAL

---

---

[www.elsevier.com/locate/ceramint](http://www.elsevier.com/locate/ceramint)

## Synthesis of $\text{CeAlO}_3/\text{CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ for use as a solid oxide fuel cell functional anode material

Selma A. Venâncio<sup>\*</sup>, Paulo Emílio V. de Miranda

*Hydrogen Laboratory, Coppe – Department of Metallurgy and Materials Engineering, Federal University of Rio de Janeiro,  
P.O. Box 68505-21942-972 Rio de Janeiro, RJ, Brazil*

Received 15 February 2011; received in revised form 12 May 2011; accepted 16 May 2011  
Available online 23 May 2011

# SAGE –IQ/UFRJ- Análises Químicas de ETR

## Laboratorio de Sistemas Avançados de Gestão da Produção – COPPE/UFRJ

### Dados Principais:

Nome	Laboratorio de Sistemas Avançados de Gestão da Produção – COPPE/UFRJ
Sigla	SAGE
CNPJ	33.663.683/0055-09
Endereço	Ilha do Fundão – Prédio do Centro de Tecnologia Bloco I, sala 236
Bairro	Cidade Universitária
Cidade/UF	Rio de Janeiro/RJ
CEP	21941972
Data de Adesão ao Programa	24/11/2005
Telefone Contato	

Prof. Rogerio Valle, ( rogerio.valle@sage.coppe.ufrj.br)  
Prof. João Alfredo Medeiros, ( jalfredo41@gmail.com)

# Terras Raras: raramente em concentração adequada à exploração

## The Geology of Rare Earth Elements

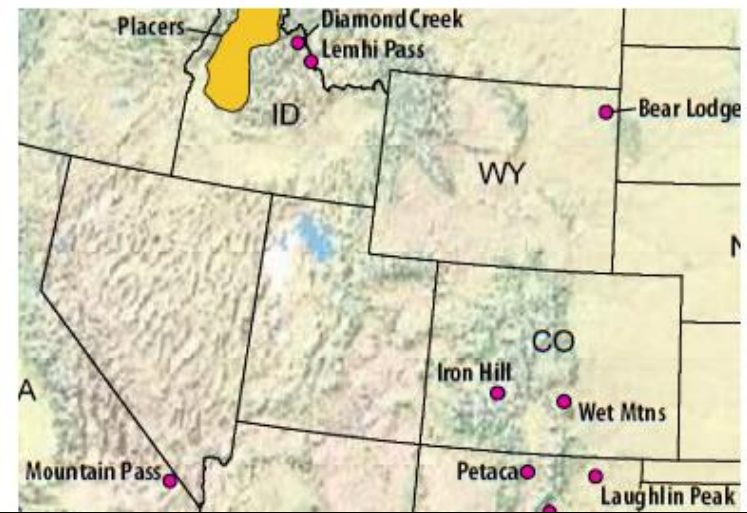
Republished from: *The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States*, USGS Scientific Investigations Report 2010-5220  
By Keith R. Long, Bradley S. Van Gosen, Nora K. Foley, and Daniel Cordier.

### Rare Earth Elements Are Not "Rare"

Several geologic aspects of the natural occurrence of [rare earth elements](#) strongly influence the supply of rare-earth-elements raw materials. These geologic factors are presented as statements of facts followed by a detailed discussion.

Although rare earth elements are relatively abundant in the Earth's crust, they are rarely concentrated into mineable ore deposits.

The estimated average concentration of the rare earth elements in the Earth's crust, which ranges from around 150 to 220 parts per million (table 1), exceeds that of many other metals that are mined on an industrial scale, such as copper (55 parts per million) and zinc (70 parts per million). Unlike most commercially mined base and precious metals, however, rare earth elements are rarely concentrated into mineable ore deposits.



**USGS, Scientific Invest. Report 2010-5220**



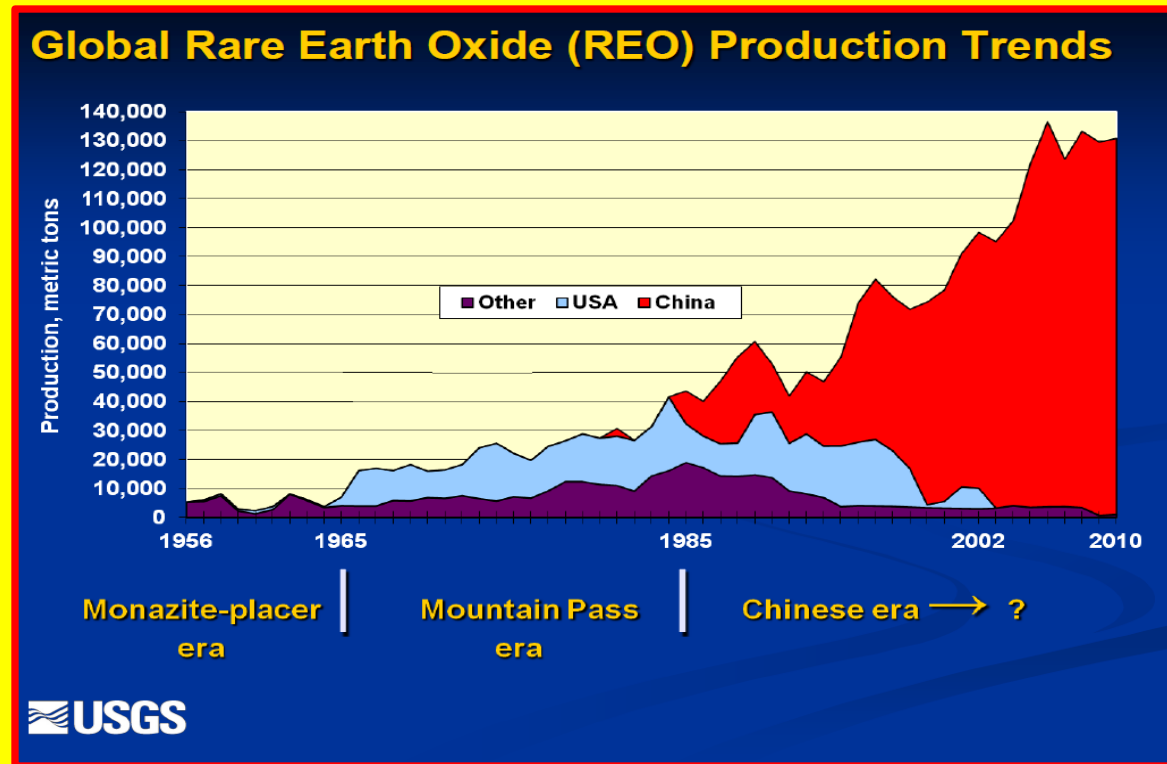
Minérios de Terras Raras: quase sempre de composição mineralógica complexa e em geral radioativos.

### **Mineral Processing for Challenges**

The ores of rare earth elements are mineralogically and chemically complex and commonly radioactive.

In many base and precious metal deposits, the metals extracted are highly concentrated in a single mineral phase, such as copper in chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) or zinc in sphalerite ( $\text{ZnS}$ ). Separation of a single mineral phase from rock is a relatively easy task. The final product is a concentrate typically sent to a smelter for final extraction and refining of the metals. Zinc, for example, is almost entirely derived from the mineral sphalerite, such that the global zinc smelting and refining industry has developed a highly specialized treatment of this mineral. Thus, production of zinc has a pronounced cost advantage in that a single standard technology is used, and the development of a new zinc mine is a largely conventional process.

## Evolução da produção de ETR no mundo - USGS



# Australia/ Malasia



**Tim Worstall**, Contributor

I write about business and technology.

+ **Follow** (635)

TECH | 12/11/2012 @ 11:00AM | 3,128 views

## The Rare Earth Crisis Is Over

+ **Comment Now** + **Follow Comments**

Or at least we're getting to the beginning of the end of the rare earth supply crisis. Lynas has actually switched on its separation plant in [Malaysia](#):

“ Lynas has been embroiled in lengthy environmental and safety disputes with local residents since construction began two years ago. Its \$800 million plant, which opponents say is environmentally hazardous, began operations late last month after long delays caused by legal challenges and safety disputes.

That one plant will, when fully operational, provide some 15-20% of world demand. Which is a serious bite into the previous Chinese 97% dominance of the industry.

**Forbes, 12/Nov/2012**

# BRASIL

## **Mineração Serra Verde produzirá terras raras em Goiás**

A Mineração Serra Verde, empresa do Grupo Mining Ventures Brasil (MVB), assinou no dia 2 de abril com o Governo de Goiás protocolo de intenções para a construção de planta para aproveitamento de jazida de terras raras na cidade de Minaçu, no norte de Goiás. Cerca de R\$ 1,2 bilhões serão investidos no projeto.

Com início de operação previsto para 2016, o projeto em Minaçu da MSV será o primeiro a produzir terras raras críticas com baixo custo e de classe mundial no Brasil.

O documento prevê que a Mineração Serra Verde vai investir entre R\$ 300 milhões e R\$ 600 milhões para instalação de unidade de extração e beneficiamento, que produzirá concentrado de terras raras para os mercados nacional e internacional.

A primeira etapa do projeto depende da implementação e operação da planta piloto ainda em 2013, cuja a guia de autorização será emitida pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

# JAPÃO

## Lynas says Malaysia operating license remains valid

Tue, Dec 11 2012

CANBERRA (Reuters) - Australia's Lynas Corp Ltd said on Tuesday its operating license for its controversial rare earth plant in Malaysia remains issued and valid, responding to recent media reports on processing of radioactive residue.

Lynas must export by-product created by operations at the Malaysian plant or risk having its operating license revoked, four Malaysian ministers said on Monday.

The license remains issued and valid, and there is no legal impediment to Lynas carrying out its operations at the plant, the company said in a stock exchange filing.

Lynas will ensure all residue material is converted into co-products and exported from Malaysia if the co-products are not approved for use in Malaysia as per the terms of its operating license, the company said.



**REUTERS, Dec. 11 2012**

# JAPÃO

TECH | 3/25/2013 @ 1:33PM | 1,676 views

## Japan's New Rare Earth Discovery: That's China's Monopoly Entirely Blown

[+ Comment Now](#) [+ Follow Comments](#)

Japan has just announced another vast discovery of rare earth bearing materials on the ocean floor. This does rather put an end to any possibility of China having a long term lock on the supply of these vital elements.

“ Japan is celebrating the find of an “astronomically” high level of rare earth deposits at the bottom of the Pacific Ocean, a discovery which will further undermine China’s failing attempts to control the global supply of the substances.

**Forbes, 25/Mar/2013**

## DESAFIOS INICIAIS: Melhor definição das reservas e do processamento mineral.

1. De depósitos minerais a reservas medidas. O Serviço Geológico do Brasil – CPRM e as empresas de mineração tem aí um papel de fundamental importancia.
2. Separar os minerais portadores de terras raras (Etapa 1) – Processos físicos e fisico-químicos. A grande variedade de composição mineralógica dos minérios de terras raras exige processamento específico que precisa ser definido em cada caso.

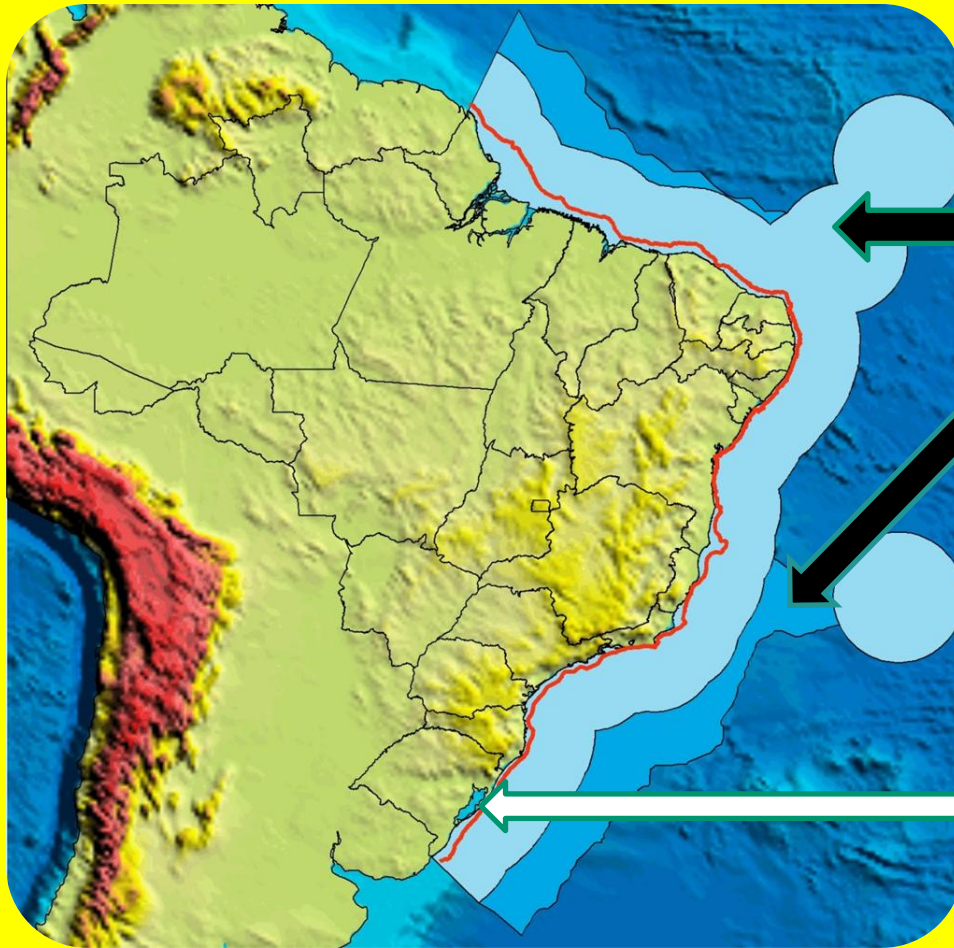
DESAFIOS FINAIS: Preservação ambiental e produção industrial!

1. Produzir os óxidos e metais de terras raras individualizados sem contaminar o meio ambiente com rejeitos radioativos (U e Th). A participação da INB no aproveitamento desses elementos radioativos para produção de energia nuclear será de grande importância.
2. Transformar os produtos acima em produtos de maior valor agregado (ligas metálicas, ímãs especiais, telas de cristal líquido etc). Parcerias entre empresas mineradoras e empresas transformadoras.



**UM GRANDE DESAFIO !**

# AMAZÔNIA AZUL



ZONA ECONÔMICA  
EXCLUSIVA  
3.500.000 Km<sup>2</sup>

EXTENSÃO DA  
PLATAFORMA  
SUBMETIDA À ONU  
1.000.000 Km<sup>2</sup>

PLATAFORMA  
CONTINENTAL RASA  
250.000 Km<sup>2</sup>

(Serviço Geológico do Brasil - CPRM.)

# Agradecimentos

À Comissão de Ciência, Tecnologia,  
Inovação, Comunicação e Informática do  
Senado Federal pelo honroso convite  
para fazer esta apresentação.

Muito obrigado pela atenção de todos!