

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS E DE PETRÓLEO

---

**MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS**  
**RECURSOS MINERAIS – MINERAIS INDUSTRIAIS**



## DEFINIÇÃO

- **Minerais industriais (RMI) são todas as rochas e minerais, inclusive os sintéticos, predominantemente não metálicos, que, por suas propriedades físicas ou químicas, podem ser utilizados como matérias primas, insumo, ou aditivos em processos industriais.**

## **CLASSIFICAÇÃO DOS RMI**

**É prática mundial a classificação dos minerais industriais por grupos ou categorias de aplicação final, conforme exemplificado abaixo.**

- **Minerais para construção**

- Rochas ornamentais e de revestimento;
- Agregados minerais (argilas, areias, seixos e diferentes tipos de rochas para brita);
- Minerais e aditivos convencionais e alternativos para cimento e cal (argila, calcário, gipsita).

# CLASSIFICAÇÃO DOS RMI

## ▪ Agrominerais

- Insumos minerais para a indústria de fertilizantes e fabricação de ração animal.

## ▪ Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Barita, fluorita, cloretos, nitratos, enxofre, etc.

## ▪ Minerais Cerâmicos

- Argilas, caulim, feldspato, quartzo, talco, filitos, etc.

# CLASSIFICAÇÃO DOS RMI

- **Minerais Funcionais**

- Calium, talco, agalmatolito, mica, barita, calcita, etc.

- **Minerais Verdes**

- Zeólita, diatomita, bentonita, sepiolita e atapulgita, vermiculita.

- **Especialidades Minerais**

- Tântalo.

# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais para Construção

- Principais aplicações:

- Rochas ornamentais

- Mármore

- Granito

- Pedra



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais para construção

- Rochas para pavimentação

- Paralelepípedos

- Guias



- Rochas para cobertura

- Ardóseas



- Outros usos

- Litografia



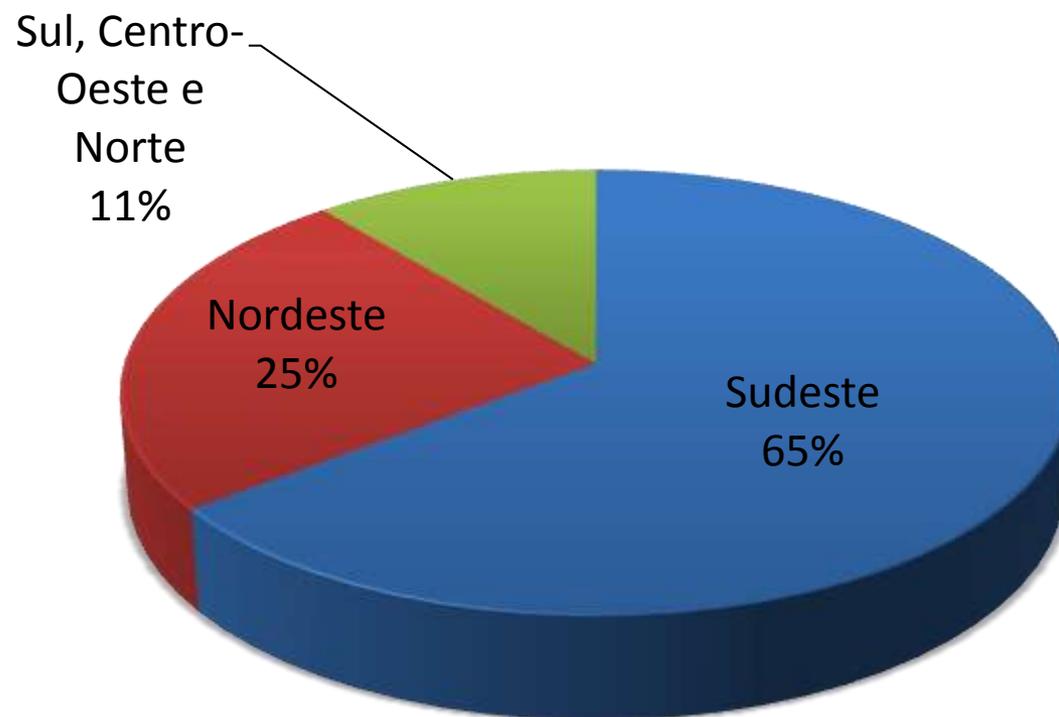
- Esculturas



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais para construção

- Principais regiões de produção:



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais para construção

- Aspectos econômicos:
  - Brasil é o **quinto maior produtor mundial de rochas ornamentais** (cerca de 9 Mt em 2011) e apresenta grande “geodiversidade”.
  - A Abirochas (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais) identifica cerca de 1000 variedades de “materiais” comercializados como rochas e pedras ornamentais.
  - Segundo a Abirochas, o setor congrega cerca de 10.000 empresas (sendo 7.000 marmorarias) e gera cerca de 105.000 empregos diretos.

# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Agrominerais

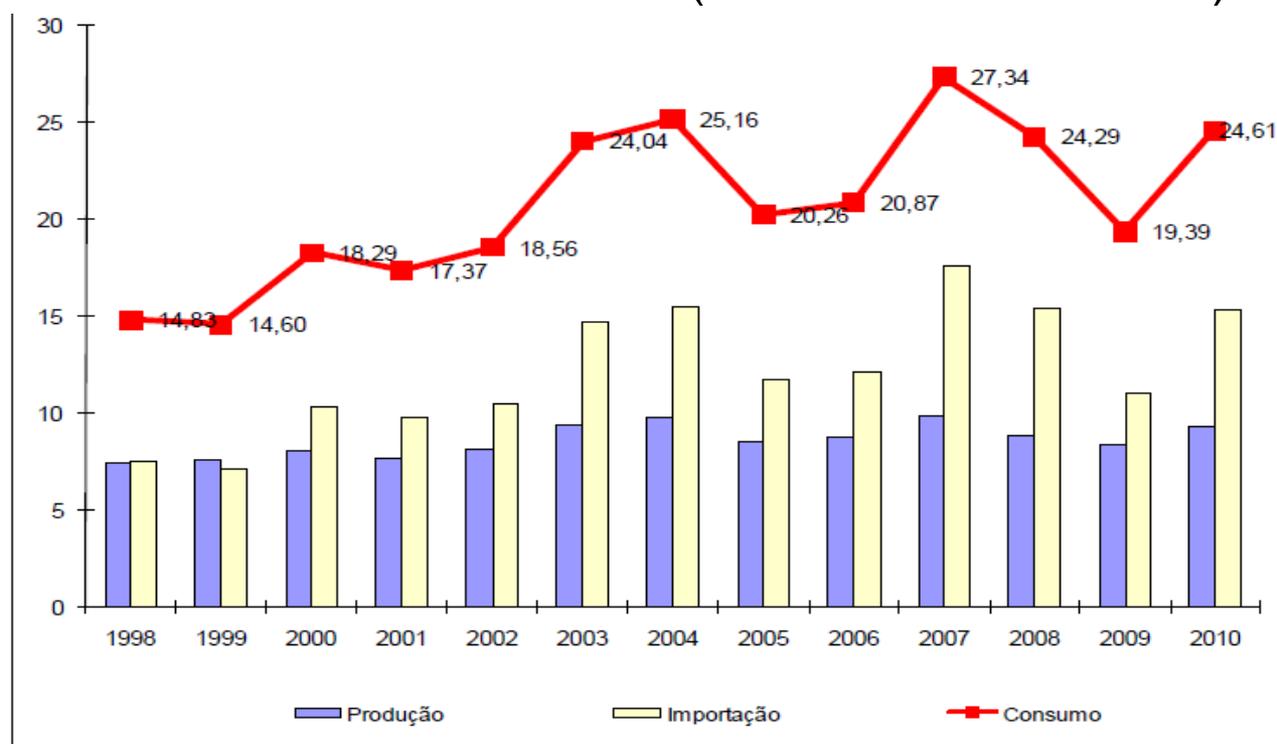
- Indústria de fertilizantes e de ração animal
  - Agrominerais com função de macronutrientes
    - NPK-S.
  - Agrominerais com função de micronutrientes
    - Boro, Cloro, Cobre, Manganês, Zinco e Mendelévio (Md).

# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Agrominerais

- Aspectos econômicos:

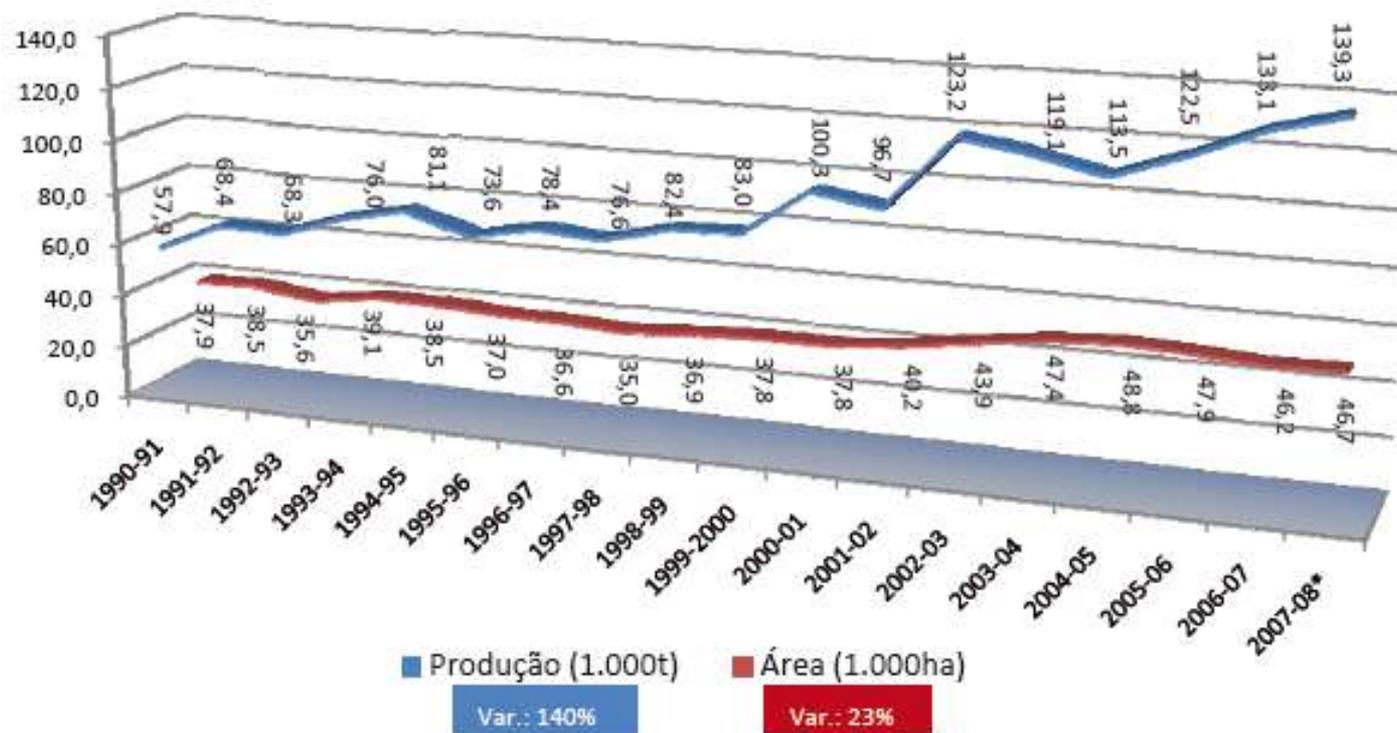
- Oferta e demanda 1998 – 2010 (milhões de toneladas):



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Agrominerais

- Evolução da produção agrícola brasileira com o uso de fertilizantes:

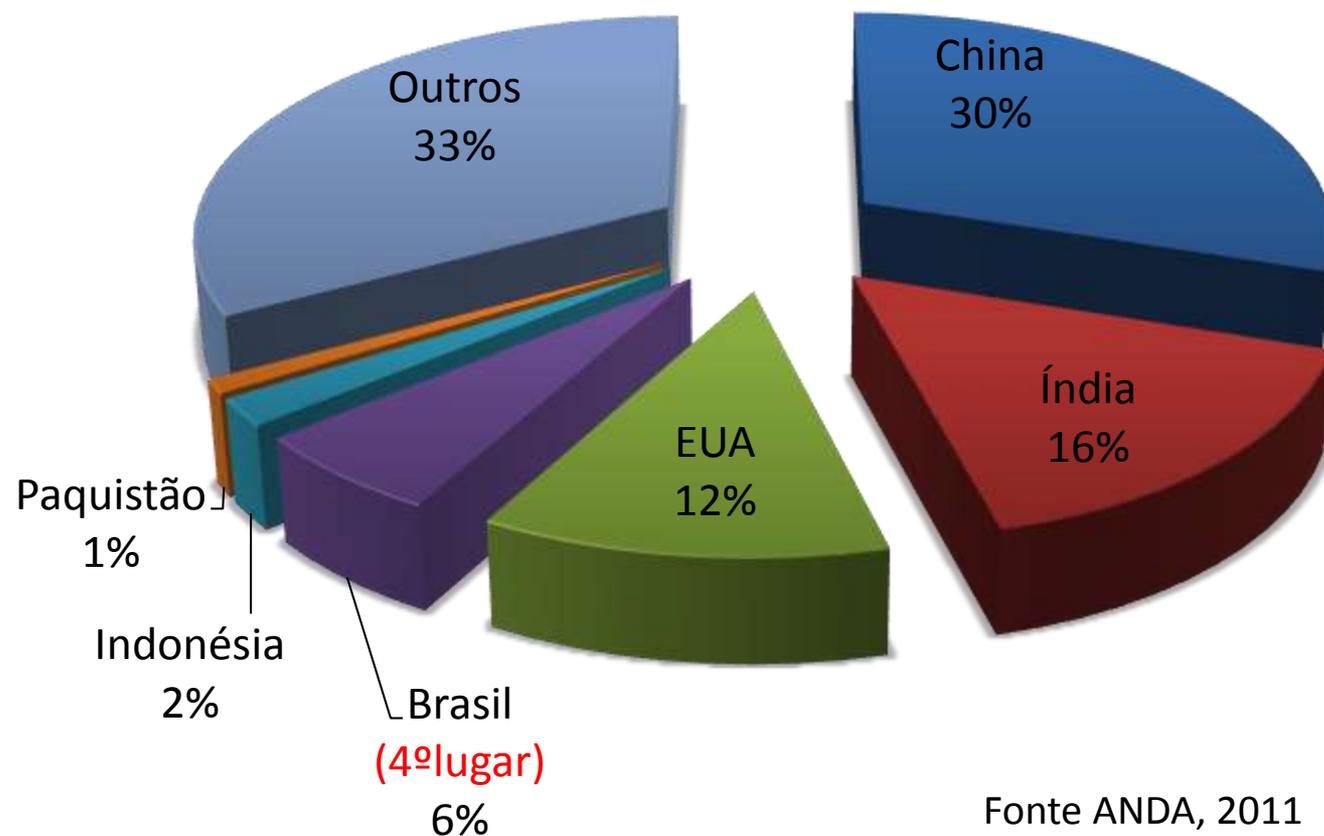


Fonte: CONAB-MAPA, 2008.

# PRODUÇÃO MUNDIAL

## Agrominerais

- Ranking mundial no consumo de fertilizantes:



Fonte ANDA, 2011

# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Principais insumos químicos e metalúrgicos:

- Barita 



- É a fonte mais importante de obtenção de bário metálico e globalmente um dos principais insumos na indústria mundial de petróleo e gás natural, onde é empregada como agente selador na lama de perfuração;
- Indústria siderúrgica;
- Preparação de tintas, pigmentos, vernizes, vidros, papel, plásticos.

# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Insumos Químicos e Metalúrgicos

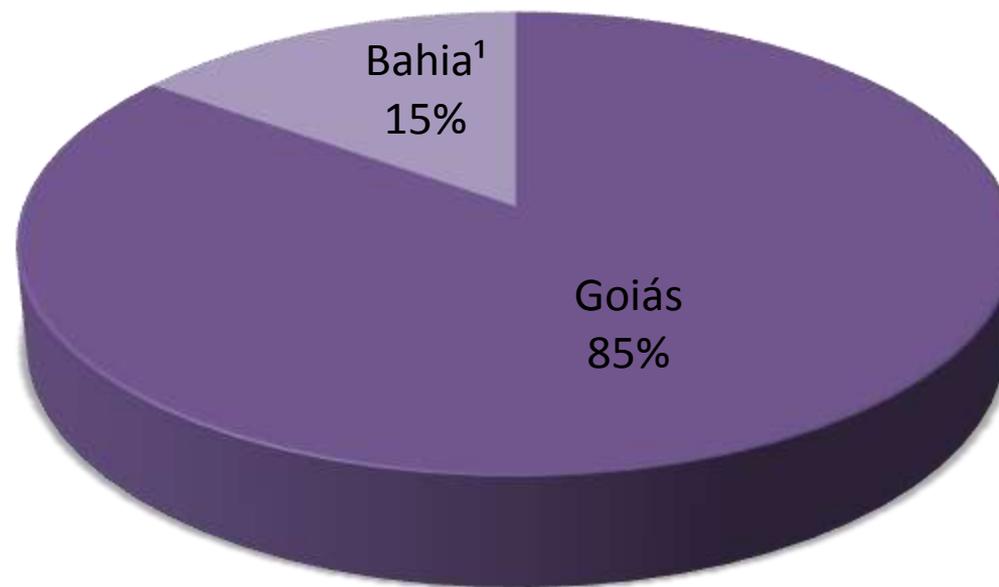
- Fluorita →
  - Produção de ácido fluorídrico (HF), aço e alumínio;
  - Fabricação de gases de refrigeração (gás freon) e aerosol.
- Enxofre →
  - Setores químico e petroquímico;
  - Papel e celulose;
  - Fertilizantes.



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Estados/empresas produtores
  - Barita



<sup>1</sup>Química Geral do Nordeste 11%

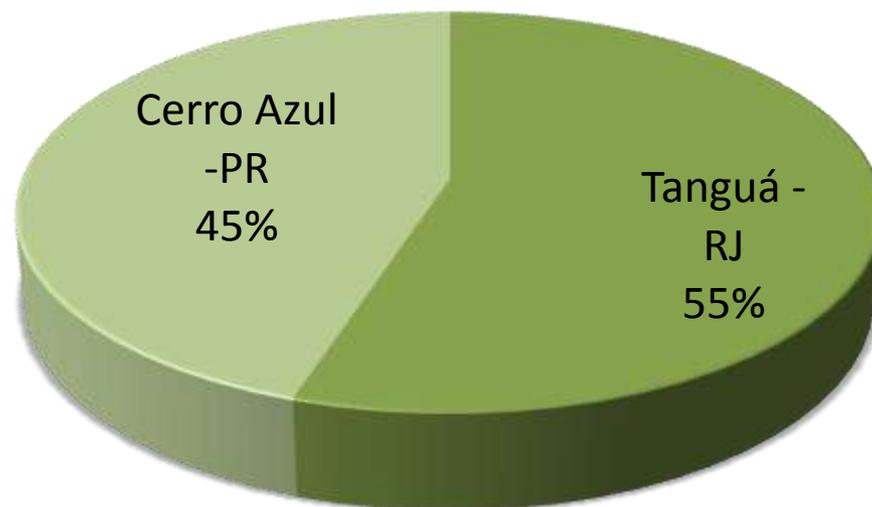
Empresa de Mineração Bahiana Santa Teresinha Ltda 4%

# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Fluorita

- Empresa de mineração de Tanguá Ltda (Emitang), no Rio de Janeiro.
- Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda, em Cerro Azul, no Paraná.



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Enxofre
  - A Petrobras é a única produtora nacional.

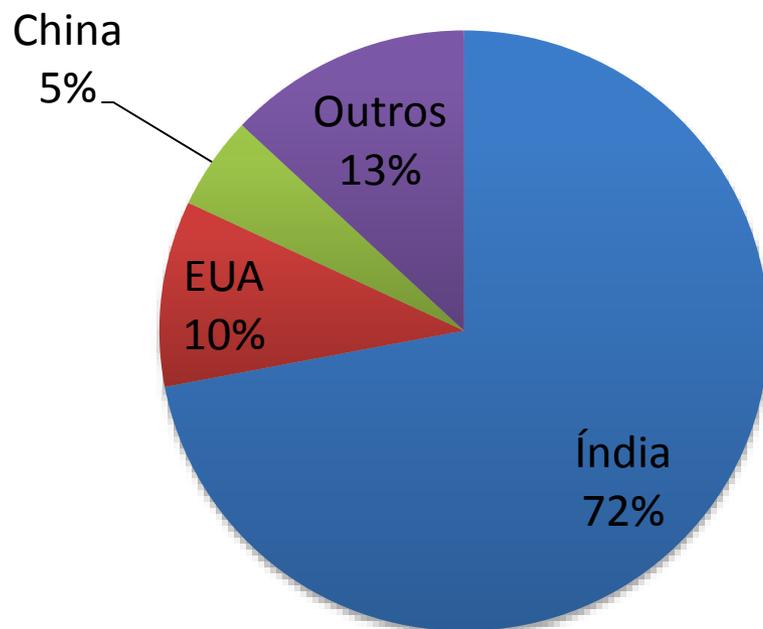


# PRODUÇÃO MUNDIAL

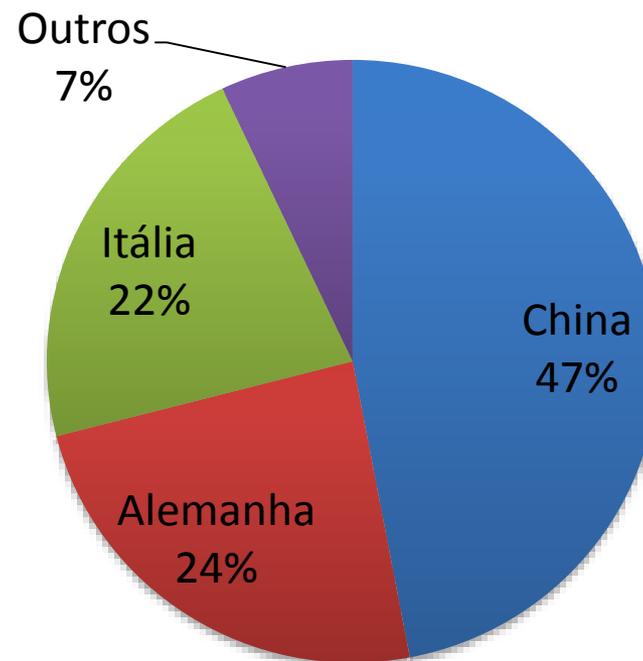
## Insumos Químicos e Metalúrgicos

- Importações

### Bens primários



### Produtos químicos



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Cerâmicos

- Definições e principais aplicações

- Argila

- São alumino-silicatos que resultam do intemperismo de minerais silicatos, como os feldspatos.

- Cerâmica vermelha (tijolos, telhas);



- Cerâmica branca (louças sanitárias, louças de mesa, porcelanas);

- Pisos e revestimentos (pisos cerâmicos, azulejos);

- Cerâmicas técnicas.



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

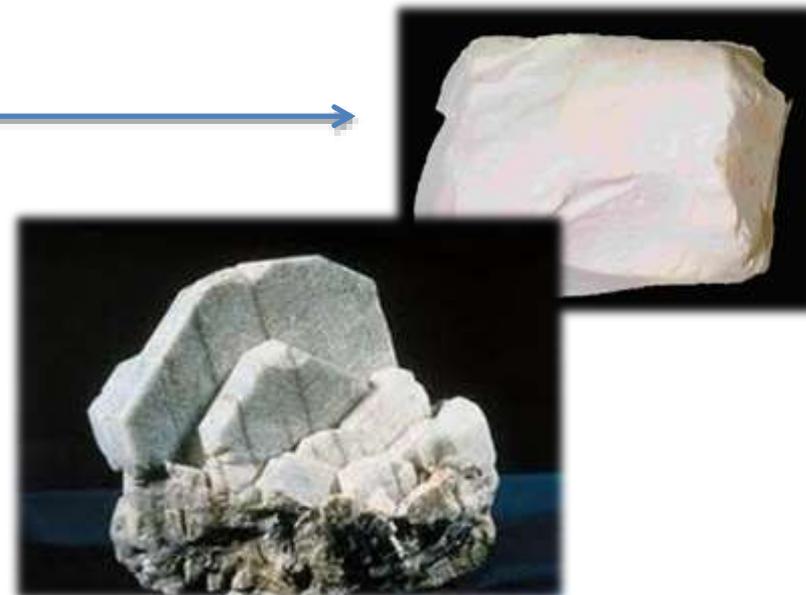
## Minerais Cerâmicos

- Caulim

- Fabricação de cimento;
- Cerâmica branca.

- Feldspato

- Atua como fundente (diminui a temperatura de fusão) na indústria de cerâmicas e de vidros;
- Insumo na indústria de eletrodos para soldas;
- Carga mineral nas indústrias de tintas, plásticos, borrachas, abrasivos leves.



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Cerâmicos

○ Quartzo →



- Confecção de dispositivos piezoelétricos controladores de frequência (usados principalmente nas indústrias de relógios eletrônicos, jogos eletrônicos, automóveis, equipamentos de telecomunicações, computadores e equipamentos médicos).

○ Talco →



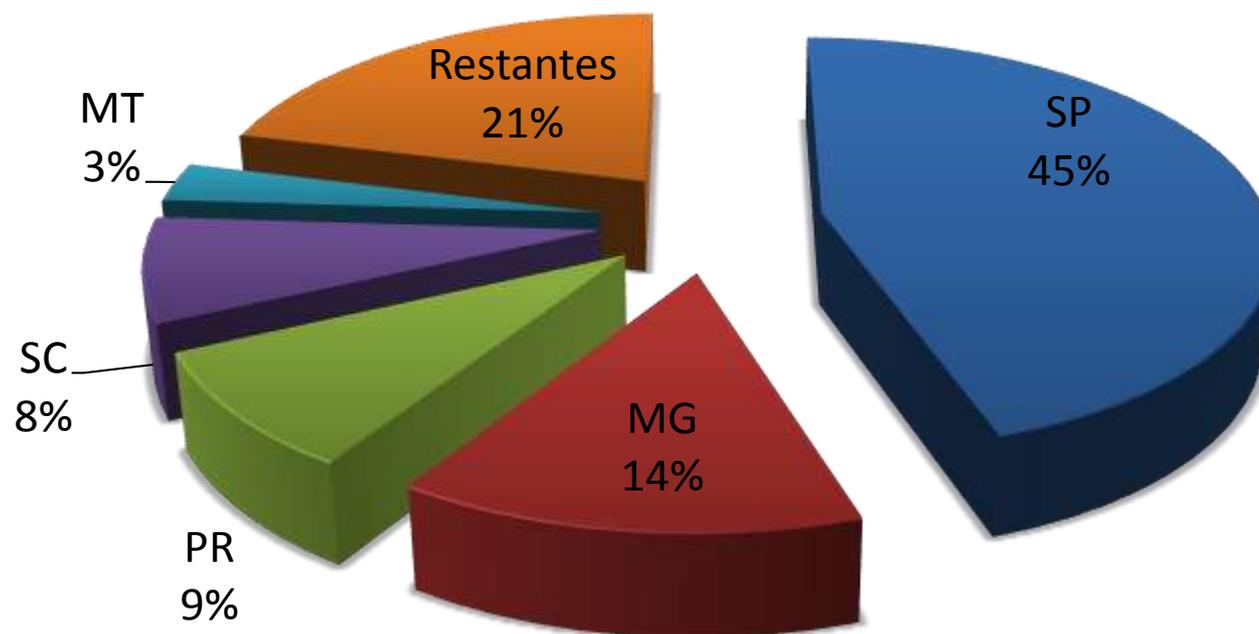
- Indústria de cerâmica;
- Defensivos agrícolas;
- Tintas e vernizes;
- Produtos asfálticos.



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

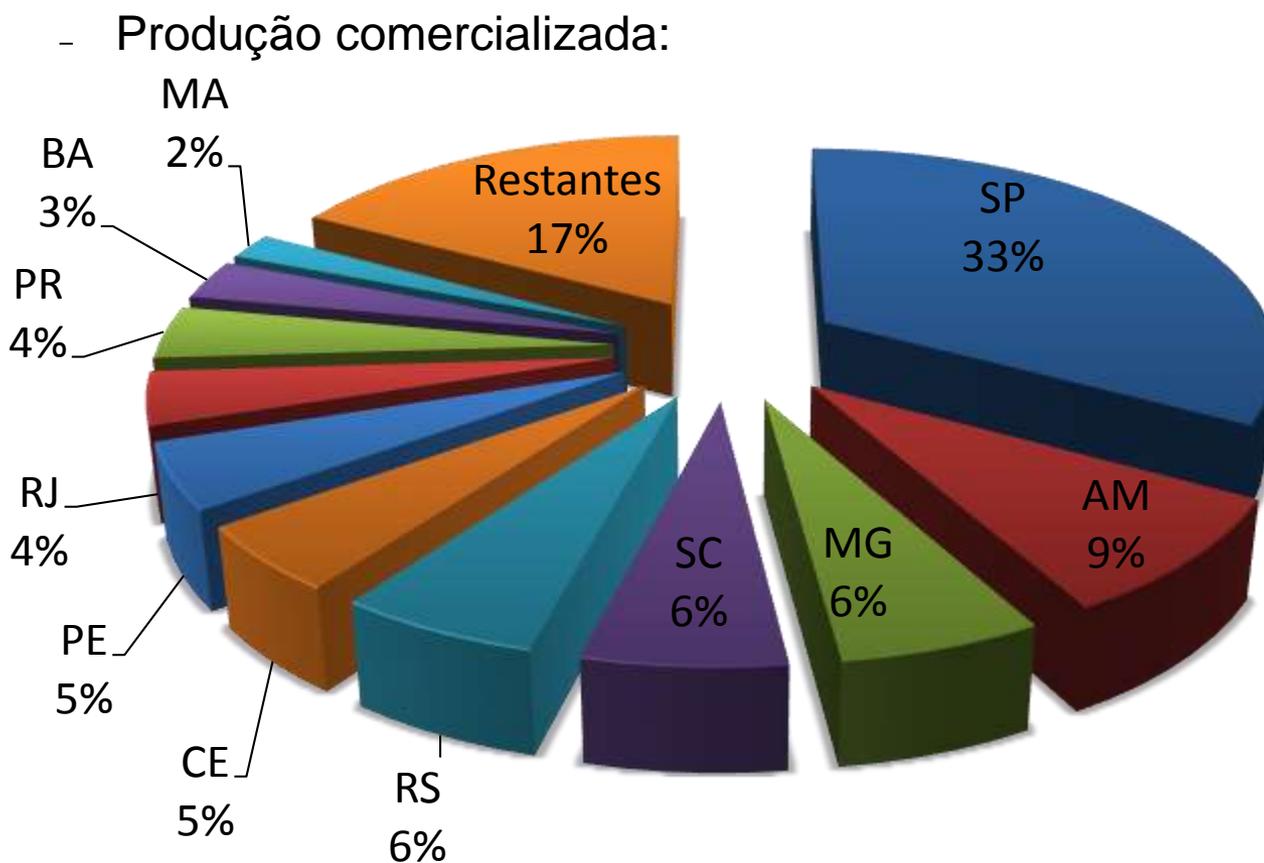
## Minerais Cerâmicos

- Produção e reservas brasileiras
  - Argilas
    - Reservas brasileiras:



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Cerâmicos



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Cerâmicos

- Caulim

- A produção interna continua sendo liderada pelo estado do Pará que possui as duas maiores produtoras nacionais localizadas no município de **Ipixuna do Pará**, juntas as duas empresas foram responsáveis por mais de 85% da produção de 2011, ou algo em torno de 1,5 milhões de toneladas.

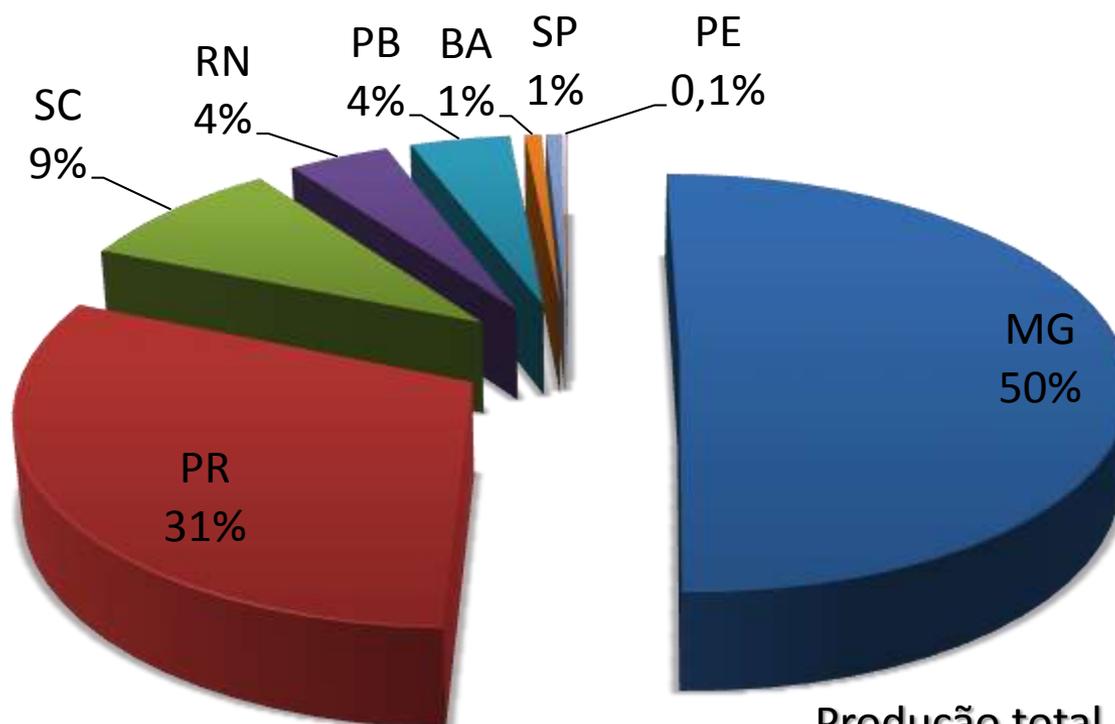
- Talco

- A produção está concentrada nos Estados da Bahia, Paraná e São Paulo, que juntos responderam por 93% da oferta de talco e pirofilita em 2011. As três principais empresas produtoras responderam juntas por 70% da produção.

# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Cerâmicos

- Feldspato
  - Principais Estados produtores:



Produção total bruta de 416.008 t

# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Cerâmicos

- Quartzo

- A produção nacional de quartzo (cristal de quartzo) foi de 17.657 toneladas (t), com destaque para os estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará e Paraíba.
- O pequeno minerador e o minerador informal são responsáveis pela maior parte da produção brasileira.

# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Funcionais

- Definições e principais aplicações

- Mica

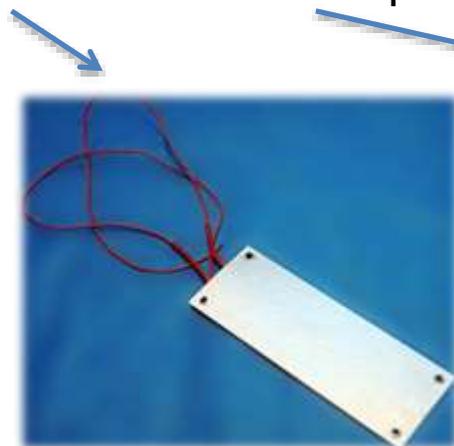
- A mica é a denominação genérica de minerais do grupo dos filossilicatos, cujas variedades mais comuns do ponto de vista comercial são: muscovita (sericita), flogopita, lepidolita e vermiculita. Esses minerais são formados por átomos de silício, alumínio e oxigênio, intercalados por cátions (Na, K, Ca) e/ou ânions (Mg, Fe, Mn, Al, OH), que conferem propriedades físico-químicas específicas para cada tipo de mica.



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Funcionais

- Definições e principais aplicações
  - Mica
    - Placas, tintas;
    - Lamas bentoníticas para perfuração de petróleo;
    - Resistências e arruelas para isolamento.



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Funcionais

- Produção no país
  - Mica
    - Predominam minas a céu aberto, semimecanizadas ou por lavra manual, explotadas pelo método de lavra por bancada em encosta ou em cava, sendo a maior parte dessa produção originária de atividade garimpeira em pegmatitos, com um teor médio de 1% a 3% de mica, localizados nos municípios de Picuí, Pedra Lavada e Nova Palmeira na Paraíba, além do Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Bahia.
    - Von Roll do Brasil Ltda. é a única empresa produtora.

# APLICAÇÕES E RELVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Verdes

- Principais aplicações

- Zeólita

- Tratamento de efluentes urbanos;
- Material adsorvente para conforto animal;
- Suplemento em ração animal;
- Tratamento de rejeitos radioativos.



- Diatomita

- Meio filtrante no tratamento de efluentes;
- Inseticidas.



# APLICAÇÕES E RELVÂNCIA DOS RMI

## Minerais Verdes

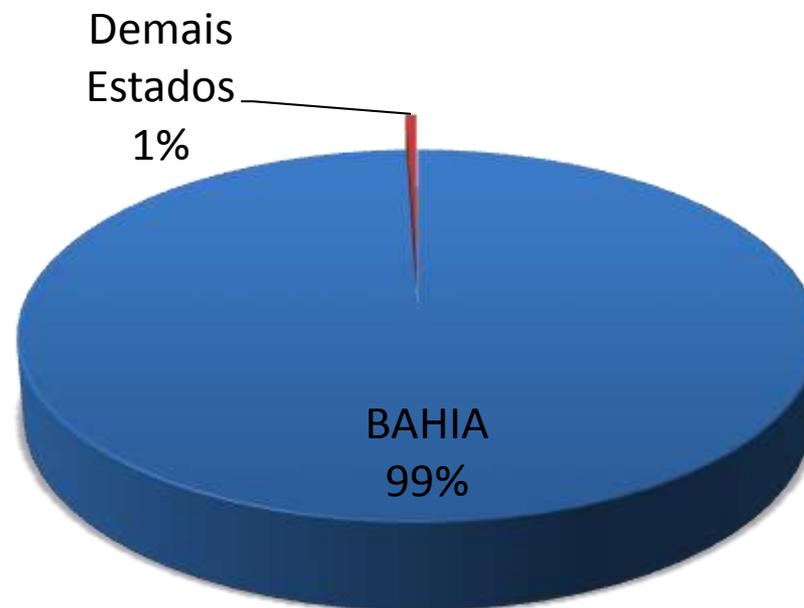
- Bentonita
  - Alta capacidade de troca catiônica.
- Sepiolita e atapulgita
  - Solventes orgânicos.
- Vermiculita
  - Agricultura e horticultura (retenção e carreamento de água, condicionamento de solos);
  - Meio ambiente (adsorção de metais pesados, remoção de contaminantes orgânicos).



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Verdes

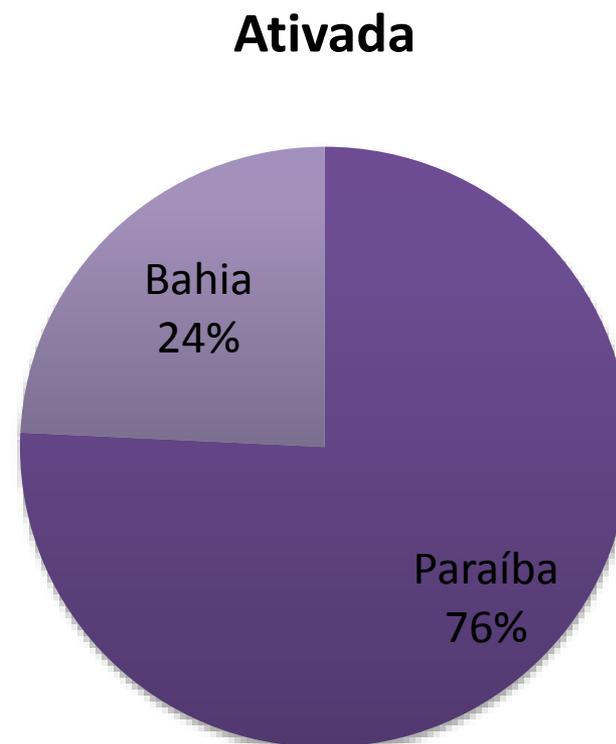
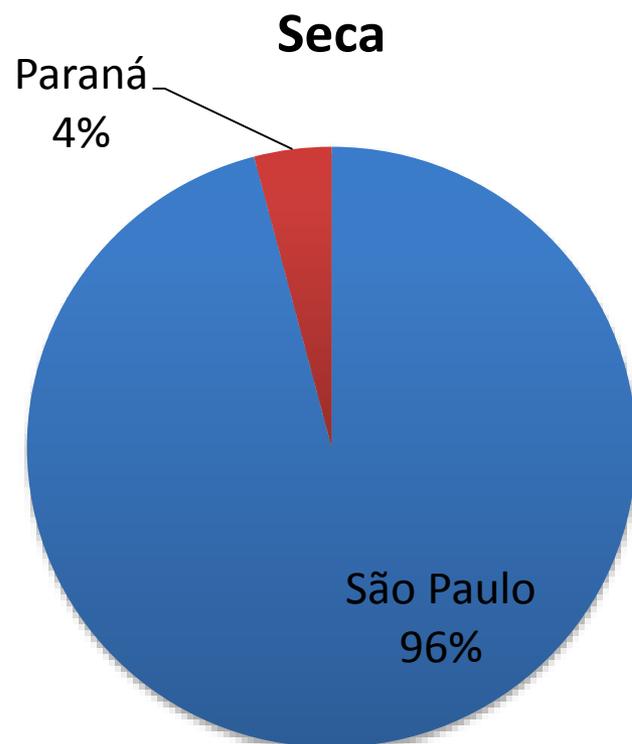
- Principais Estados produtores
  - Diatomita



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Verdes

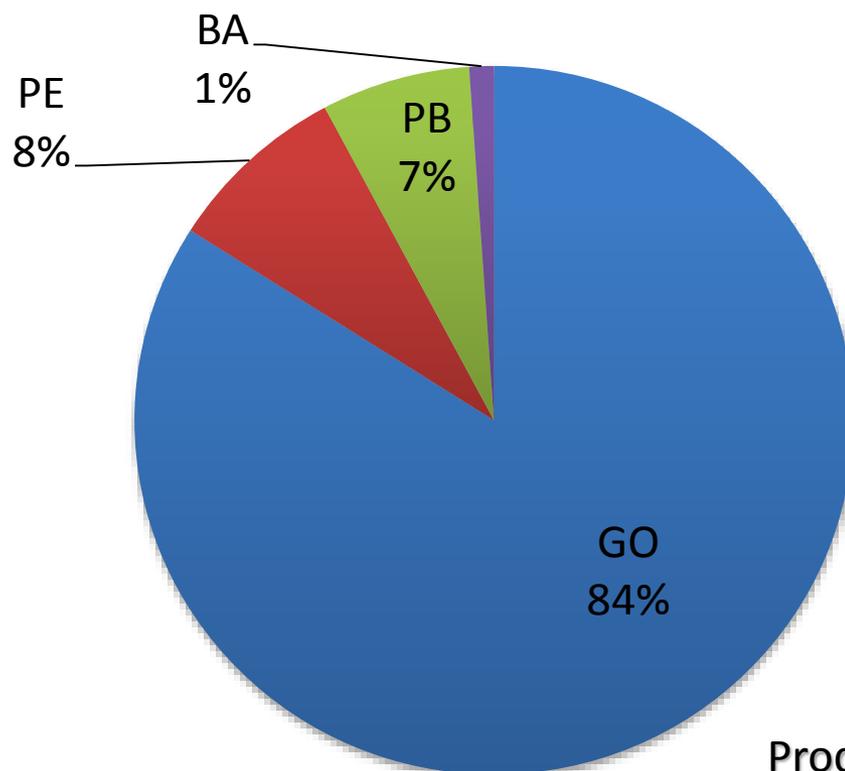
- Bentonita



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Minerais Verdes

- Vermiculita

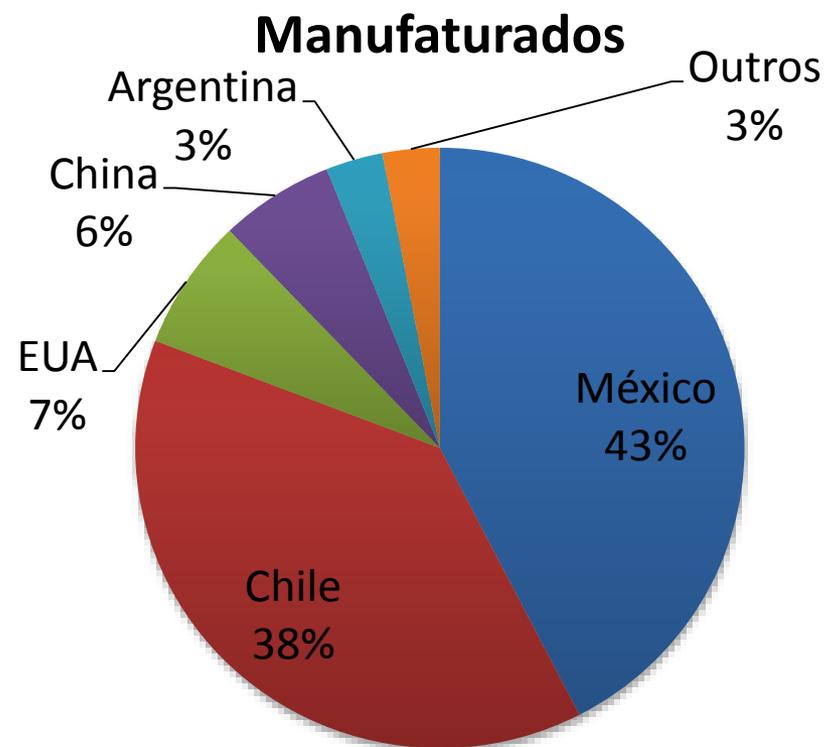
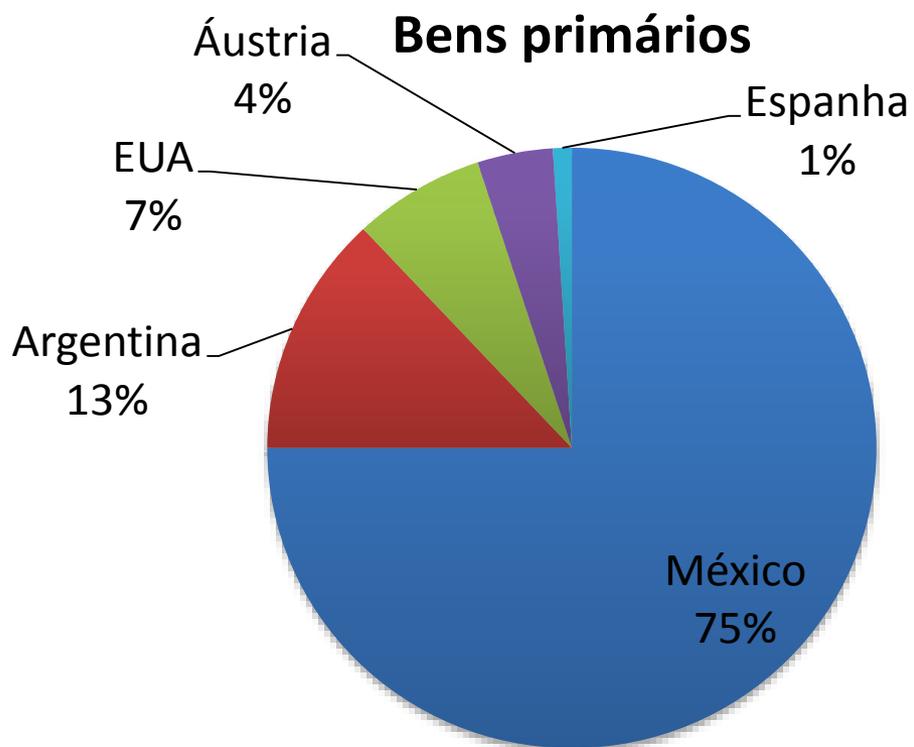


Produção total de 54.970 t

# PRODUÇÃO MUNDIAL

## Minerais Verdes

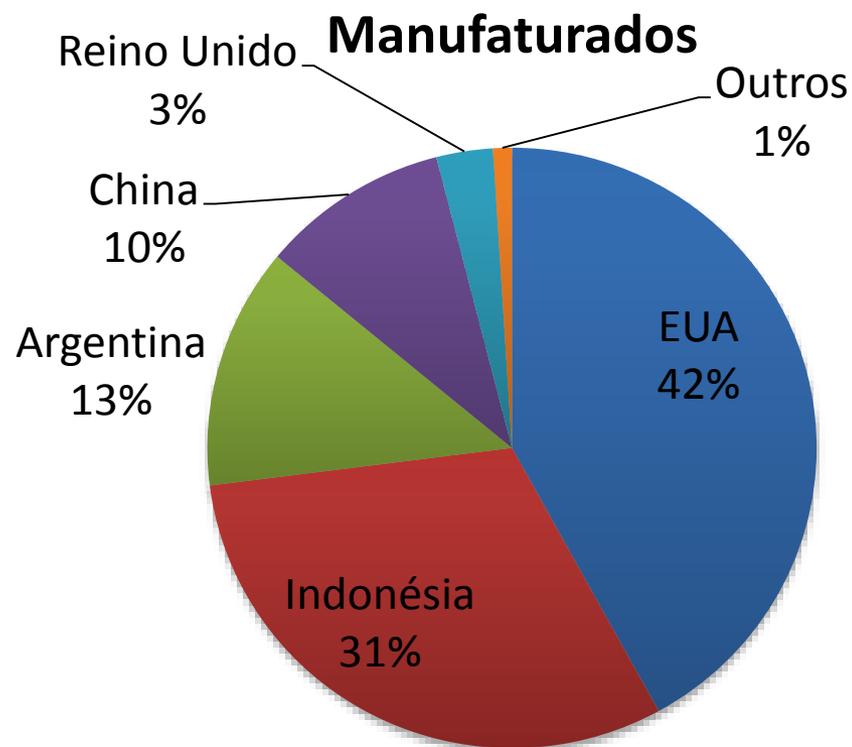
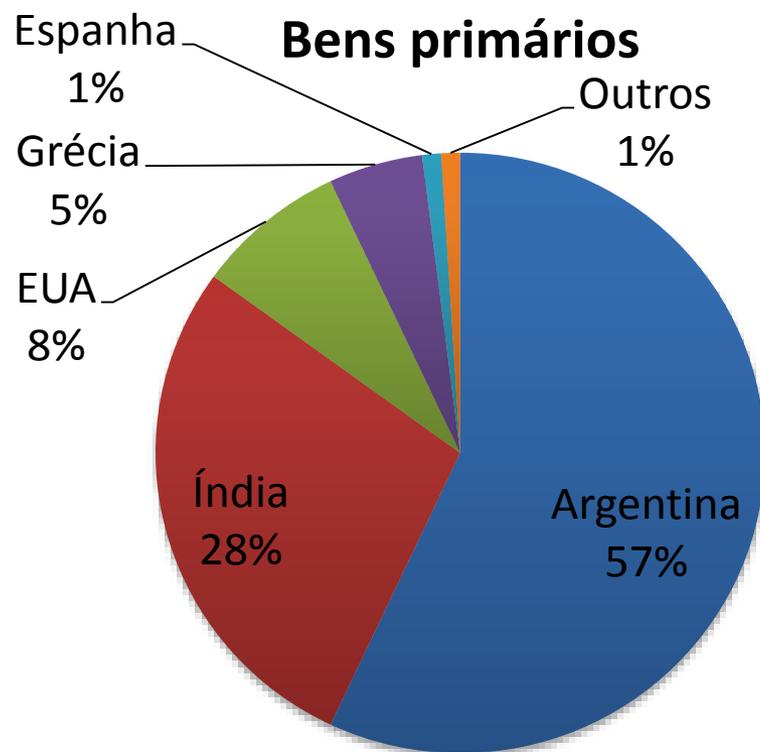
- Importações



# PRODUÇÃO MUNDIAL

## Minerais Verdes

- Importações



# APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DOS RMI

## Especialidades Mineraias

- Principais aplicações

- Tântalo

- Fabricação de capacitores;

- Produção de ligas e óxidos;

- Superligas na indústria aeronáutica para a fabricação de turbinas espaciais;



# PRODUÇÃO BRASILEIRA

## Especialidades Mineraias

- Principais Estados produtores
  - Tântalo
    - O principal estado produtor de tântalo é o Amazonas – Mina do Pitinga da Mineração Taboca (Grupo Minsur S.A.), localizado no Município de Presidente Figueiredo/AM.

# CONCLUSÃO

## Ações recomendadas

- Iniciar ações imediatas para o fomento dos minerais industriais.
- Identificar os minerais que devem ser priorizados no levantamento geológico básico.
- Propor a criação de uma organização dedicada à assistência, normalização, apoio institucional, catálise, difusão tecnológica, treinamento e fomento dos empreendimentos com minerais industriais.
- Estimular a especialização de laboratórios nas universidades e instituições de pesquisa.

## CONCLUSÃO

- Propor às universidades e escolas técnicas a abordagem específica dos minerais industriais nos cursos básicos e de pós graduação e criar cursos de especialização, enfatizando o estudo técnico dos mercados para minerais industriais e estimulando a abertura de novas linhas de pesquisa.
- Sugerir aos órgãos de fomento à pesquisa a introdução de temas que abordem as aplicações de minerais industriais.