



Curso de Introdução à Mineração  
Para as Embaixadas Brasileiras

## CLASSES DE BENS MINERAIS – MINERAIS NÃO METÁLICOS

## Minerais Não Metálicos



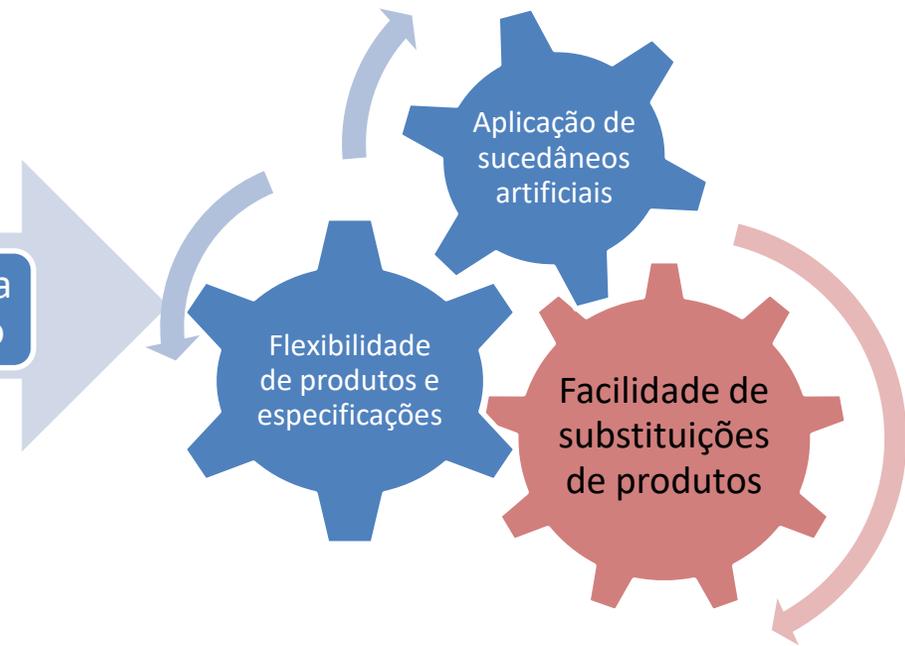
## Conceito de Bens Minerais Industriais

O espectro completo dos *minerais não energéticos e não metálicos*,  
*extraídos e processados para fins industriais*,  
*incluindo os minérios metálicos consumidos em aplicações não metalúrgicas*

Grande variedade de Bens  
Minerais Industriais

Múltiplas aplicações  
industriais e especificações

Interage como quase toda a  
indústria de transformação



### Características da Indústria e do Comércio

✓ Parcela expressiva se caracteriza pelo consumo local/regional;

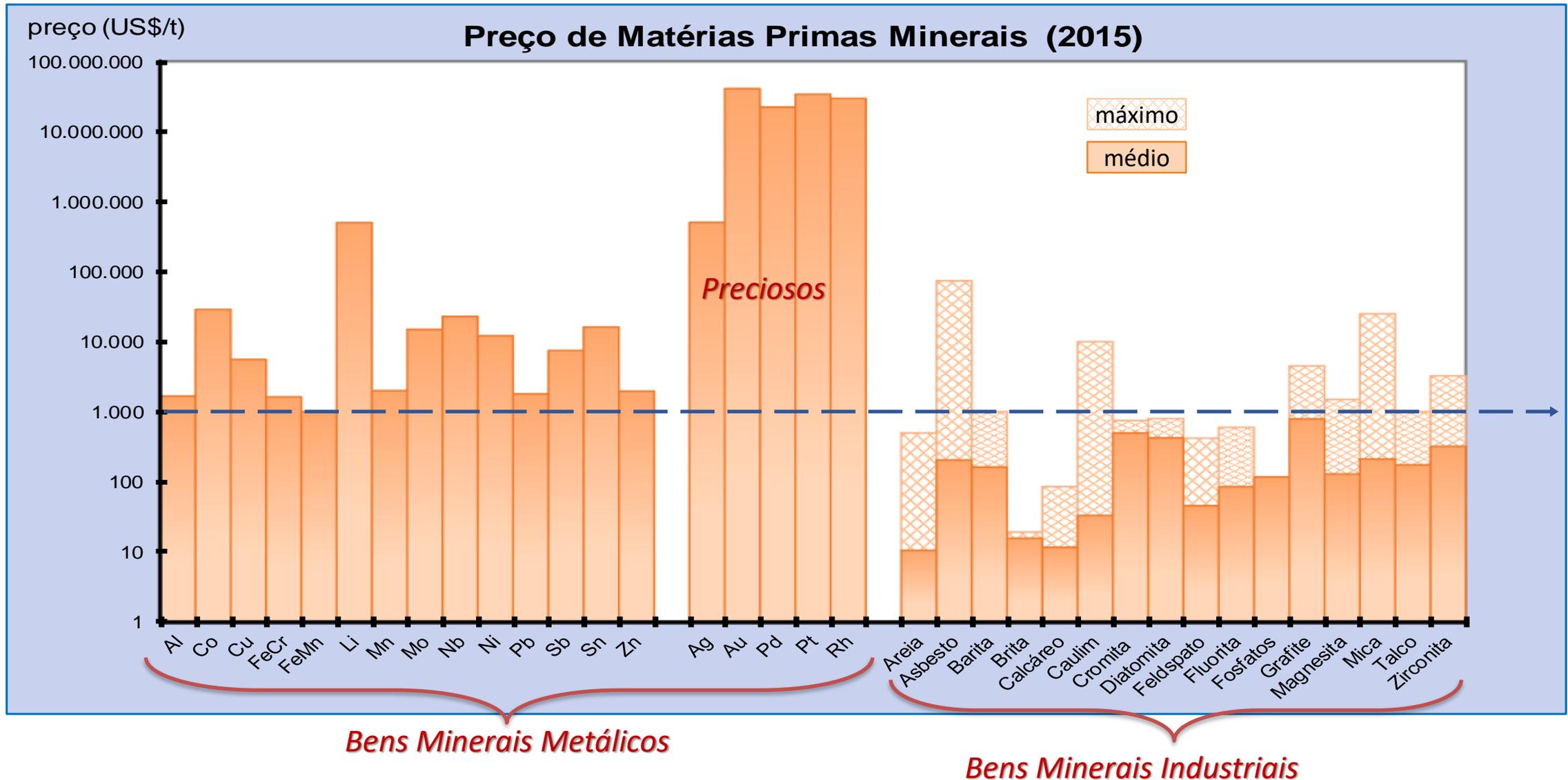
✓ Comércio exterior intenso

- Produtos mais nobres;
- Especificações mais rígidas exigidas pelas indústrias de transformação.

✓ Exploração associada a empresas pequenos e médios, em quase todas as regiões do país.

✓ Alguns tem preços estáveis, outros são mais escassos e tendem a ampla variação de preços.

# Comparativo de Preços de Bens Minerais Industriais





Mina de fosfato de Catalão, GO



Mina de fosfato de Araxá, MG

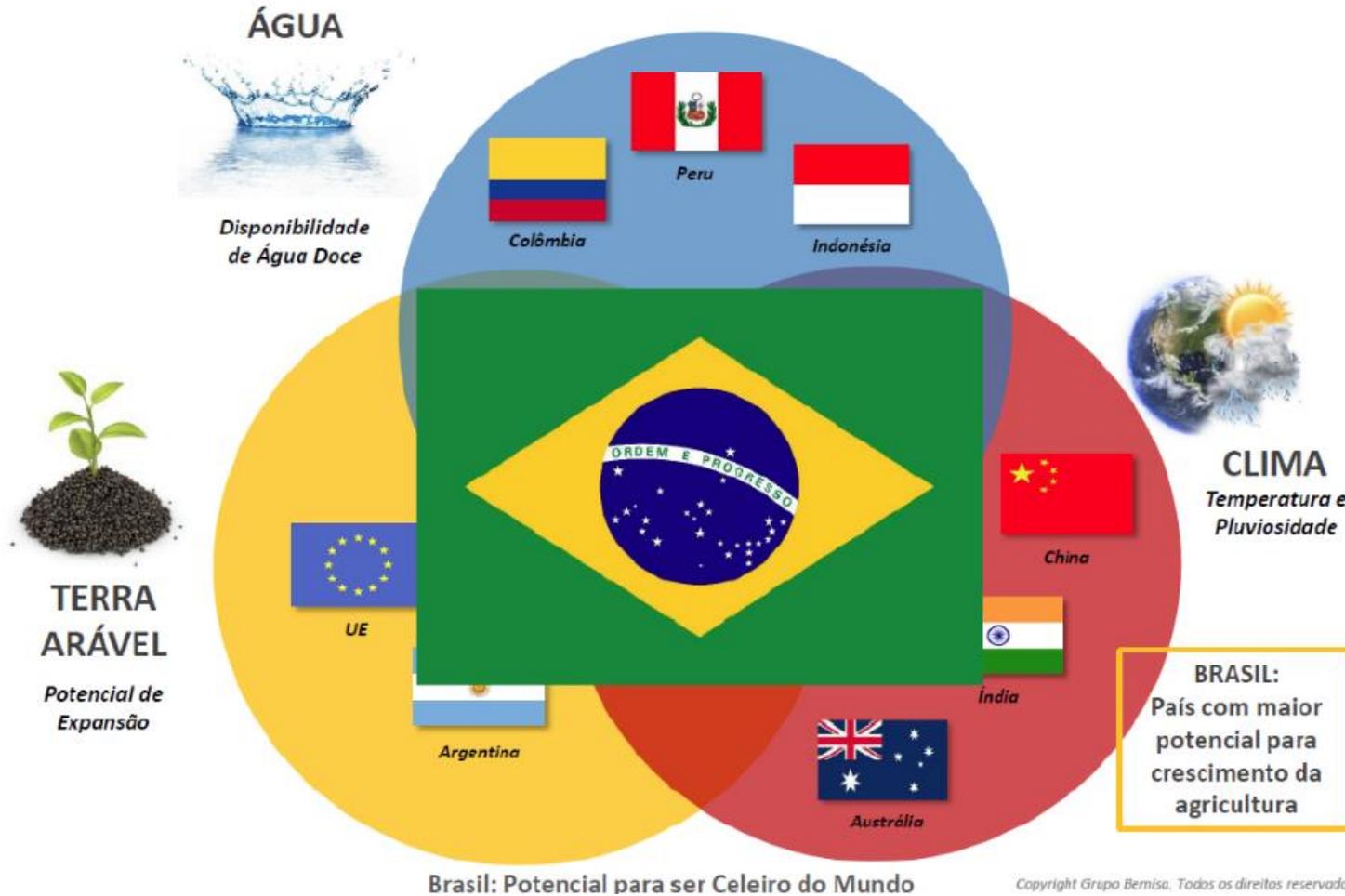


Mina de fosfato de Catalão, GO

# AGROMINERAIS

# Agricultura no Brasil

## CONDIÇÕES ESSENCIAIS PARA AGRICULTURA



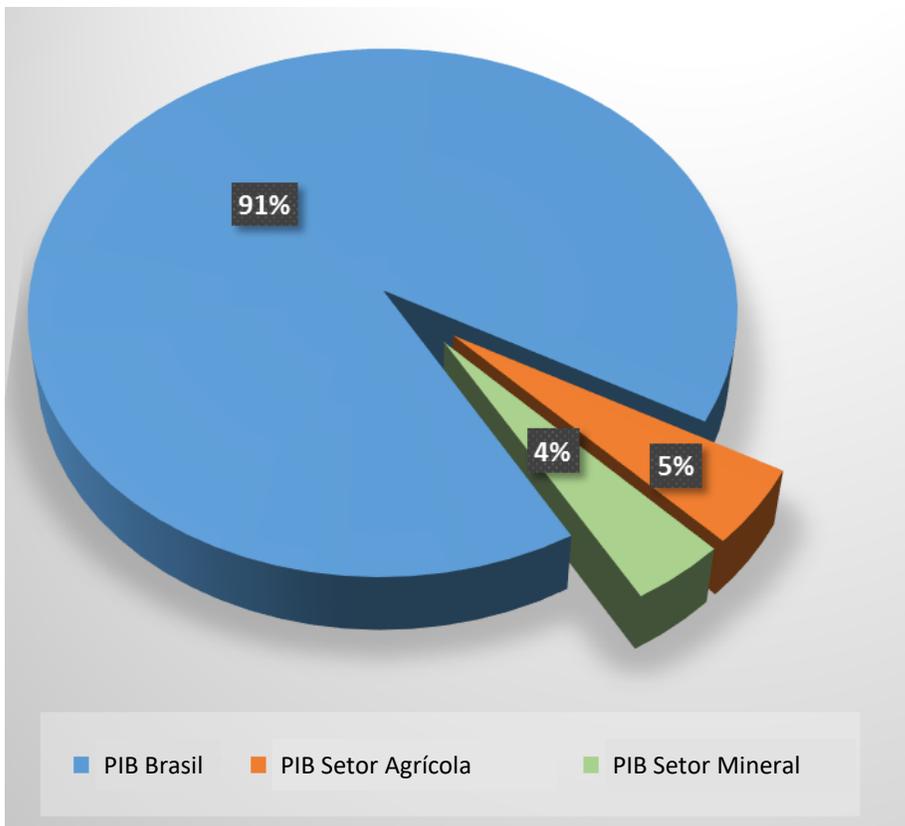
Apesar de condições favoráveis de clima, terra arável e água, os solos brasileiros são pobres em nutrientes.

### MACRONUTRIENTES



**Fertilizantes**  
*(agrominerais)*

## A Importância da Indústria de Fertilizantes no Brasil



Apesar do declínio do PIB brasileiro de 3,8% em 2015:

- ✓ Setor Agrícola cresceu 1,8%;
- ✓ Setor Mineral cresceu 2,7%.

Políticas de atração de investimentos foram adotadas pelo Governo Brasileiro.

Com o crescimento da economia brasileira, o potencial de expansão destes setores é maior nos próximos anos.

Uma das maiores taxas de produtividades do mundo, **tem potencial para expandir sua área agriculturável.**

É possível aumentar **136%** a produção de grãos e fibras atual.

FAO projeta que o Brasil **aumente sua produção agrícola em 40%** até 2019.



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

De acordo com a FAO (2015) a **população mundial cresce**, mas a **disponibilidade de terras agrícolas diminui** continuamente.

O Brasil é uma exceção neste cenário mundial. O desenvolvimento de seu potencial agrícola exige elevado uso de fertilizantes pelo agronegócio.

## Fertilizantes - Conceitos

Fertilizantes são substâncias aplicadas ao solo ou tecidos vegetais para prover um ou mais nutrientes essenciais ao crescimento das plantas.



### Classificação dos fertilizantes

- ✓ **Minerais** – constituídos só por N, P e K, de rápida absorção.
  - Fertilizantes nitrogenados
  - Fertilizantes fosfatados
  - Fertilizantes potássicos
  - Mistos** – combinação de nitrogenados, fosfatados e potássicos
- ✓ **Orgânicos** – dejetos de animais ou vegetais, de ação lenta.
  - Fertilizantes Organominerais
- ✓ **Calcários Agrícolas** – objetivam a correção da acidez do solo.

### ✓ Macronutrientes:

Elemento	Símbolo
Hidrogênio	H
Carbono	C
Oxigênio	O
<b>Nitrogênio</b>	<b>N</b>
<b>Fósforo</b>	<b>P</b>
Cálcio	Ca
Magnésio	Mg
<b>Potássio</b>	<b>K</b>
Enxofre	S
Silício	Si

### ✓ Micronutrientes:

Elemento	Símbolo
Boro	B
Cobalto	Co
Cobre	Cu
Ferro	Fe
Manganês	Mn
Molibdênio	Mo
Zinco	Zn

# FERTILIZANTES NPK -

## Cadeia de produção

### Matéria-Prima Básica

N	
Produção Nacional	22%
Importações	78%

Gas natural  
Gas residual  
Nafta  
Resíduo Asfáltico

S	
Produção Nacional	18%
Importações	82%

Enxôfre

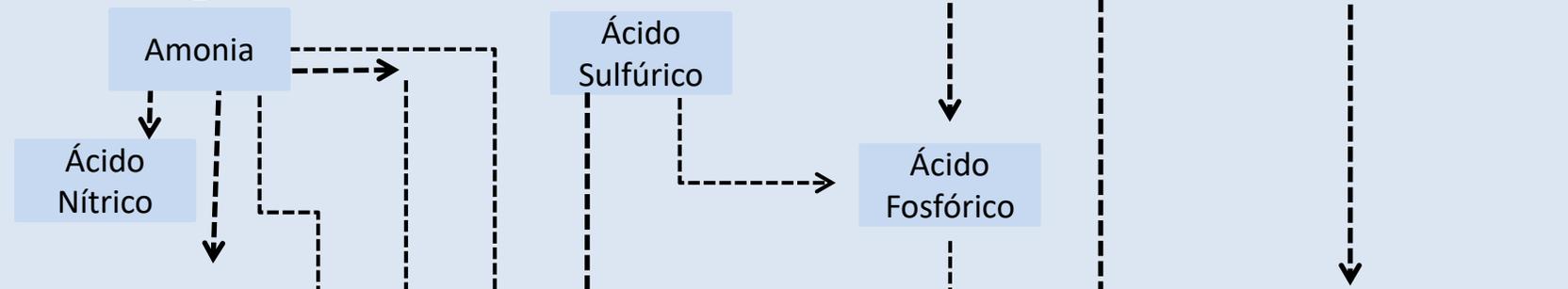
P	
Produção Nacional	47%
Importações	53%

Rocha Fosfática

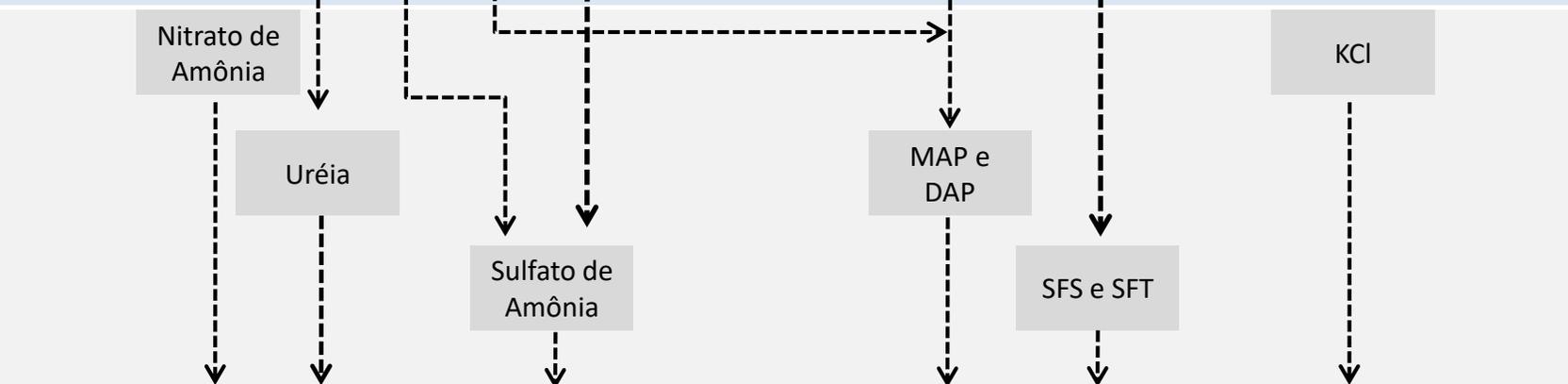
K	
Produção Nacional	8%
Importações	92%

Rocha Potássica

### Matéria-Prima Intermediária

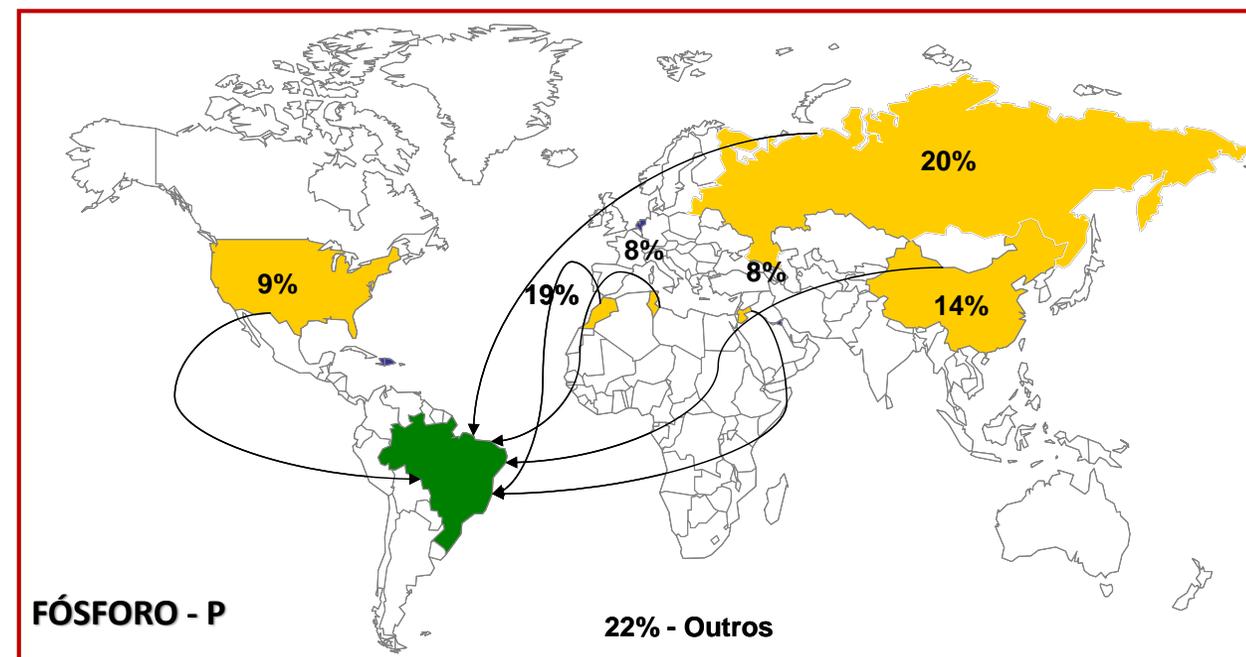
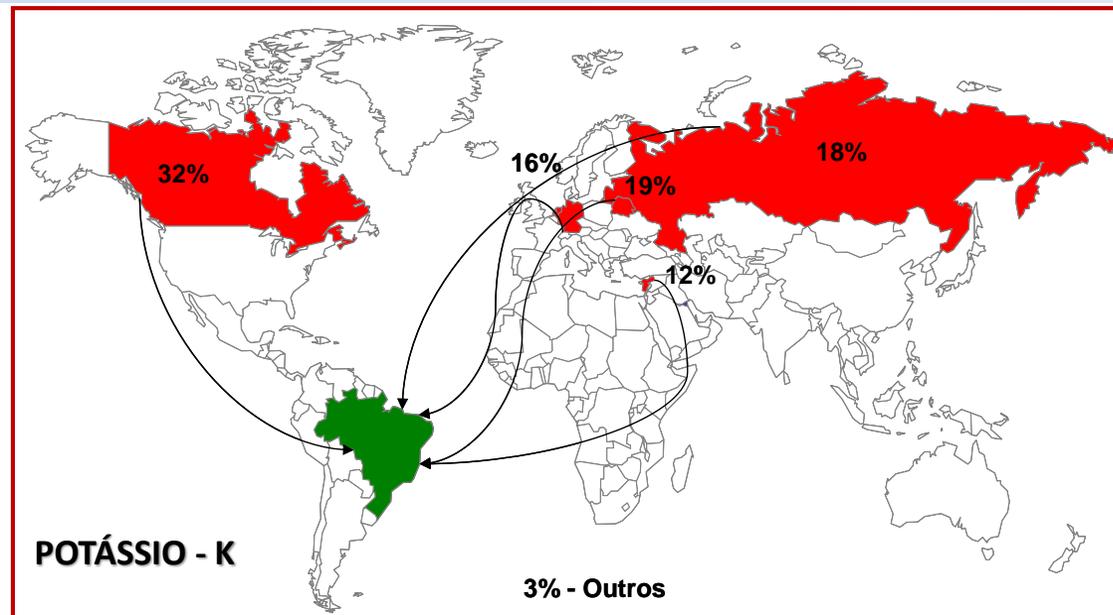
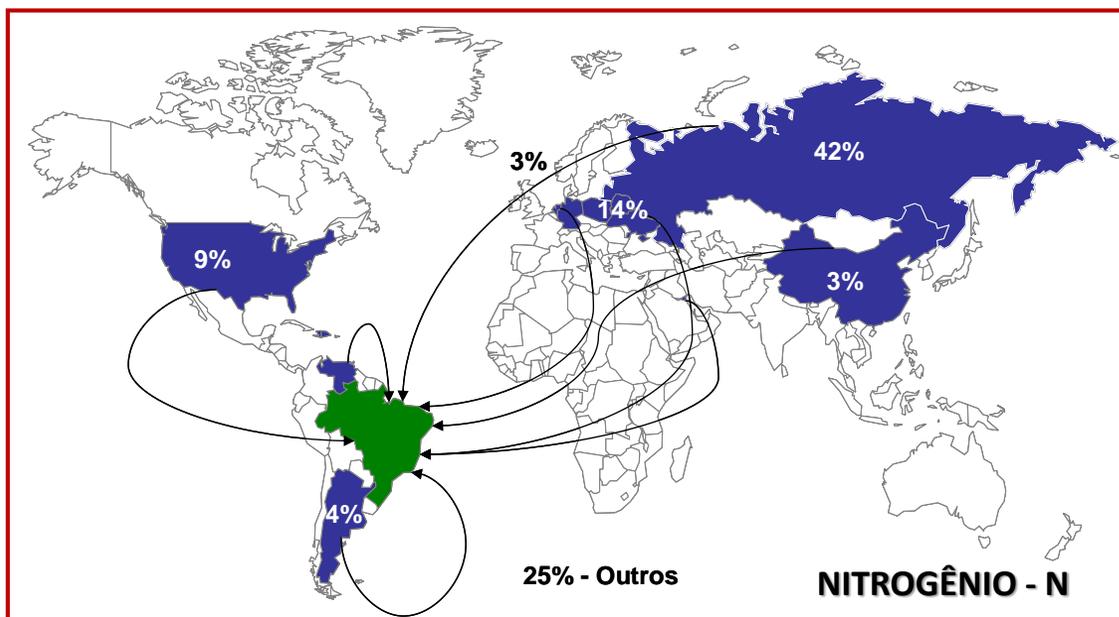


### Fertilizantes Básicos



### Mistura e Granulação - NPK

## Principais Origens das Importações Brasileiras



## Fontes de Fósforo

*A rocha fosfática é a fonte de fósforo economicamente viável para a produção de fertilizantes fosfatados e fosfatos para outros fins*

- Fósforo é o 11º elemento em abundância na crosta terrestre, na natureza sempre está formando diversos fosfatos, alguns deles complexos;
- A indústria de fertilizantes se apoia na forma mineralógica de *fosfato de cálcio (apatita)*

### Conceito de Rocha fosfática:

- Contexto geológico – rocha composta por mais de 50% por fosfato
- Contexto industrial –
  - ✓ concentrado de apatita
  - ✓ minério de apatita

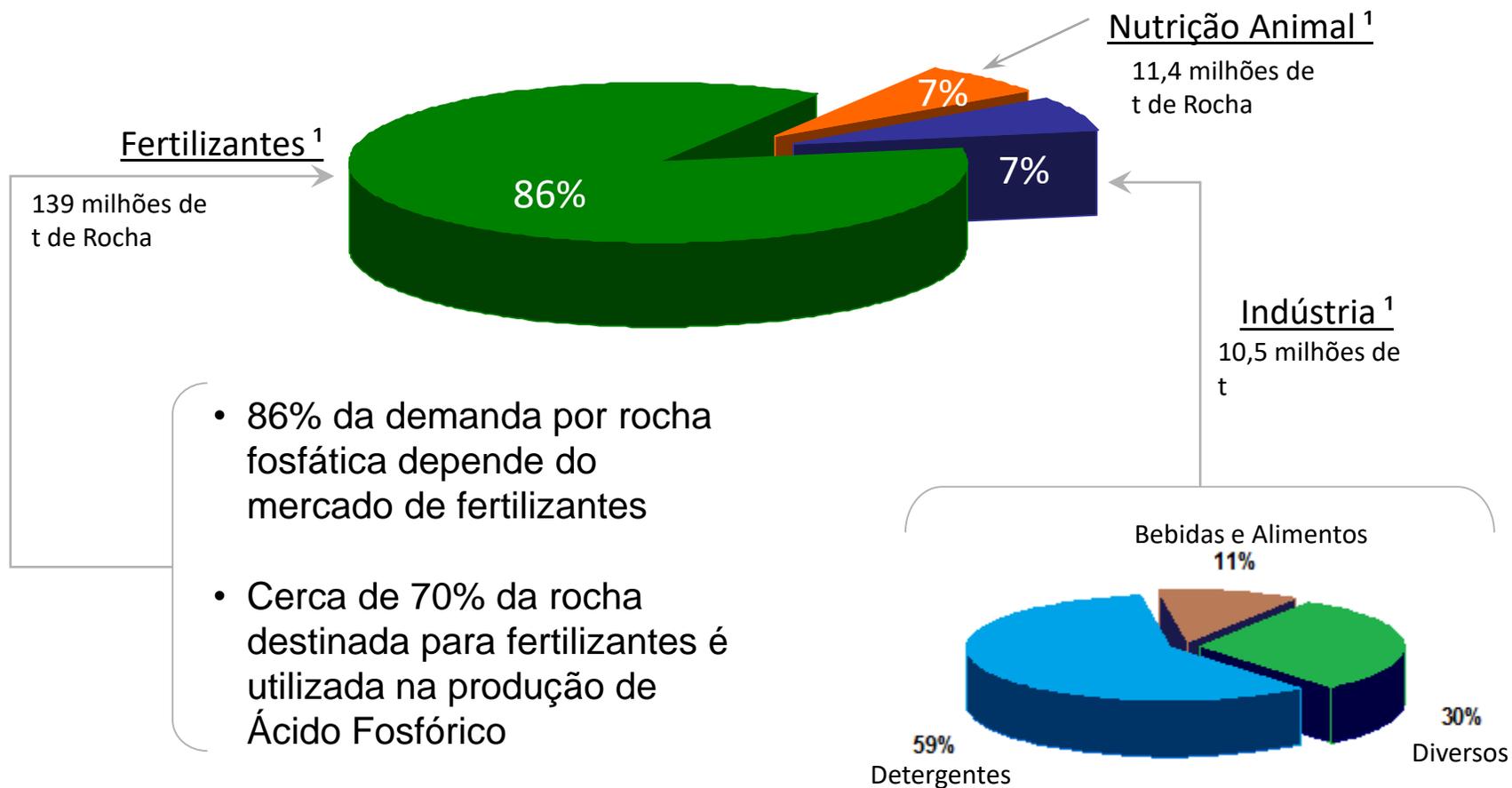


85% da produção mundial vem de rochas sedimentares e o restante de rochas ígneas

## A Demanda de Rocha Fosfática

A demanda de rocha fosfática é determinada pela produção de fertilizantes fosfatados, fosfatos para indústria e nutrição animal.

**Produção total de rocha fosfática = 160,9 Mt**

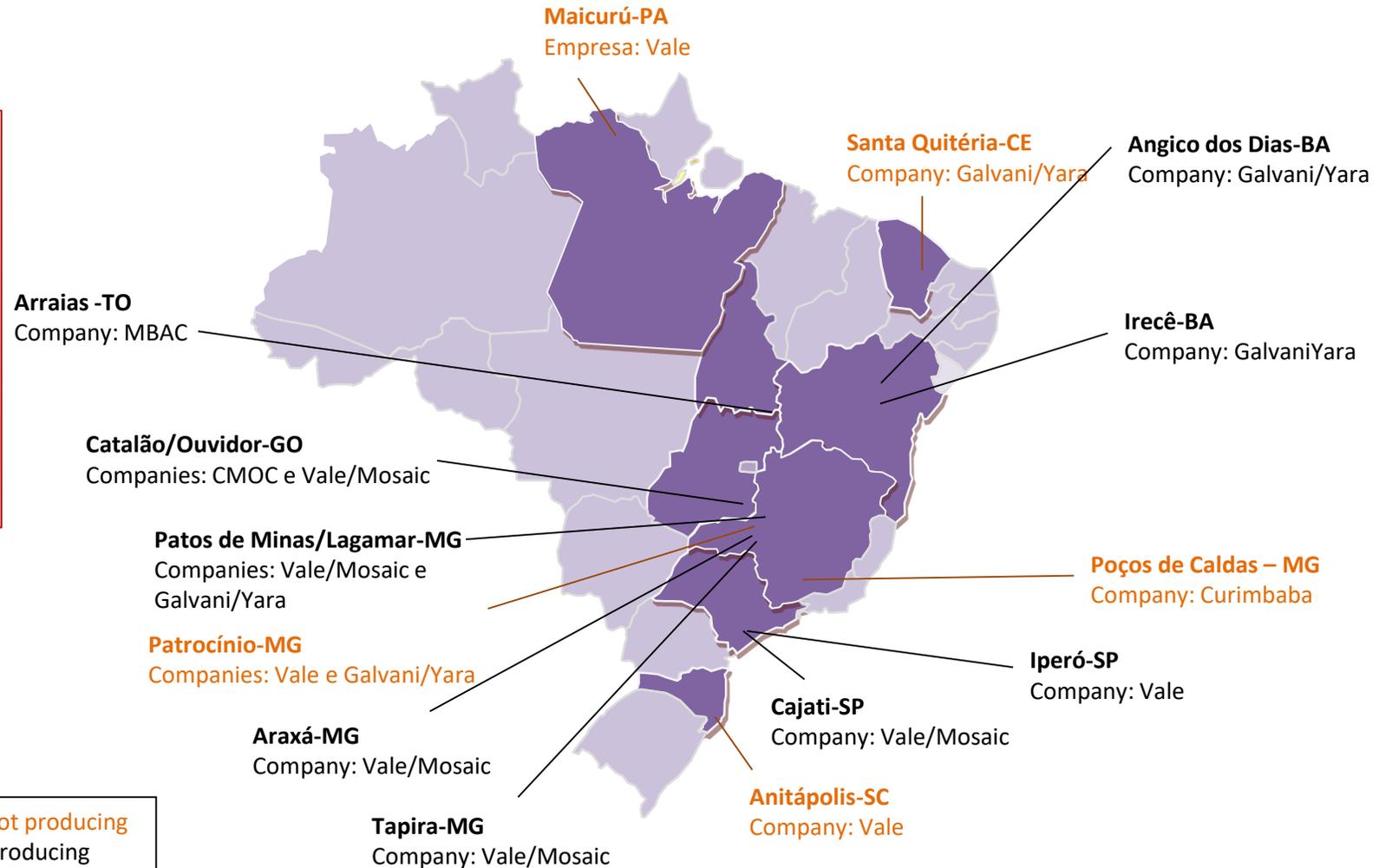


Fonte: British Sulphur Consultants (CRU Group).

# Fosfato – Principais Produtores e Projetos no Brasil

O Brasil é o 6º produtor mundial de fosfato, com 6,2 Mt de concentrado representa 3,25% da produção mundial estimada em 191 Mt.

As reservas brasileiras atingem 310 Mt de minério, concentradas em MG (68%), GO (14%), SP (6%) e outros (12%)



## Fontes de Potássio

A fonte industrial de K são minerais evaporíticos: cloretos de K, cloretos de K e Mg, sulfatos complexos de Mg e K.

*Evaporito* ou depósito salino é uma rocha sedimentar formada por cristalização e precipitação química de sais dissolvidos em meio aquoso, devido à evaporação; formam-se em bacias fechadas sujeitas a evaporação intensa.

*Tais depósitos de sal podem ser de origem continental ou marinha onde há aporte periódico de água salgada.*

- ✓ 95% da produção mundial comercial de potássio é utilizada na agricultura, como fertilizantes.
- ✓ Tipos de depósito de K:
  - Subsuperfície: reservas sitas de 400 a 1000 m de profundidade, a maior parte da produção mundial vem deste tipo de depósito;
  - Superfície: depósitos de água salgada onde o potássio é extraído por evaporação.



# O Potássio no Agronegócio Brasileiro

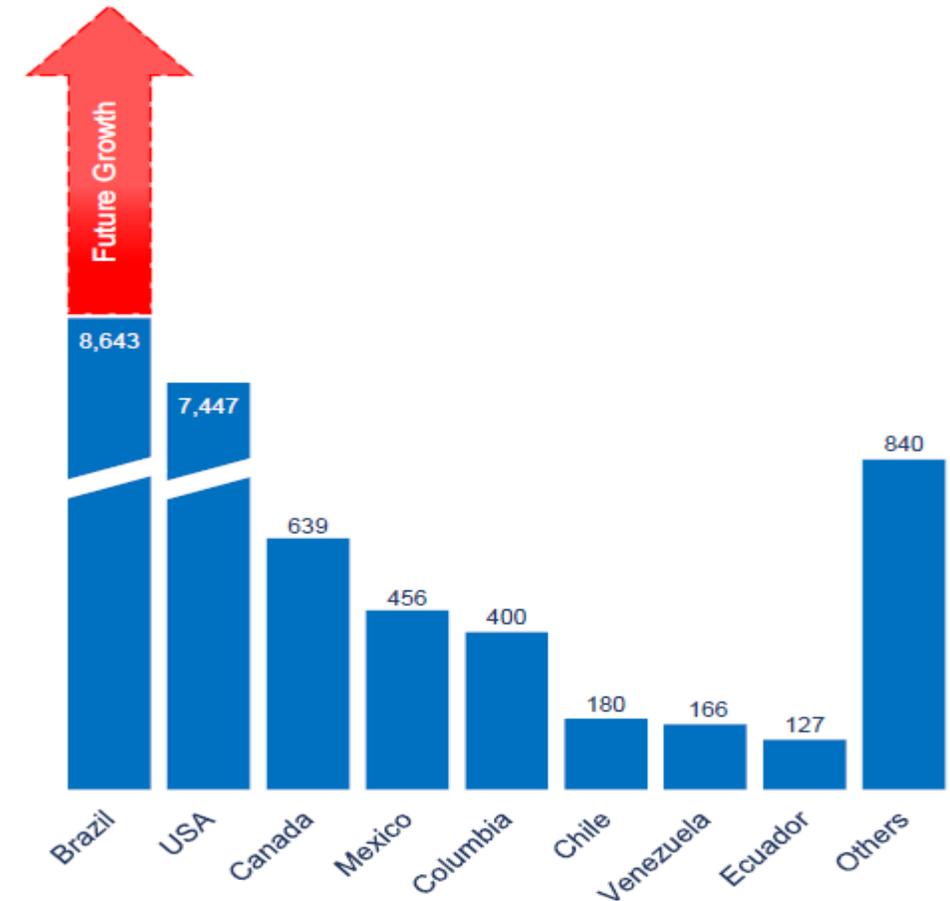
- O Brasil é o segundo maior consumidor de potássio do mundo;
- Possui uma única mina de K, com exaustão prevista para ~2020
- Produção brasileira 492.400 t /ano KCl (2014)

As reservas brasileiras de sais de potássio:

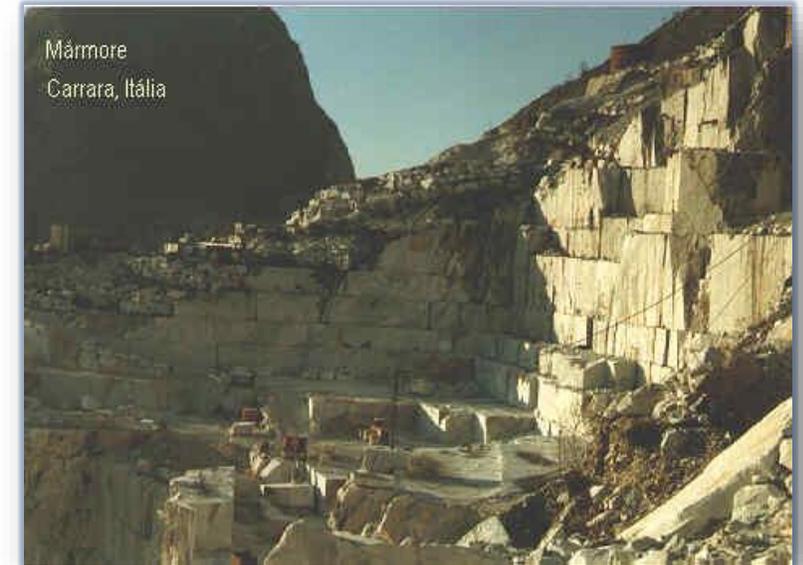
- **Sergipe** – 475,4 Mt de cloretos de K e 66,9 Mt de cloretos de K-Mg
  - Taquari-Vassouras – cloretos de K e de K-Mg
  - Santa Rosa de Lima – cloretos de K
- **Amazonas** – 1.634 Mt
  - Fazendinha-Arari – cloretos de K (1.023 Mt)
  - Autazes – cloretos de K (611 Mt)

Fonte: Sumário Mineral – DNPM, 2015

Consumo de KCl por país - Americas (Kt 2014)

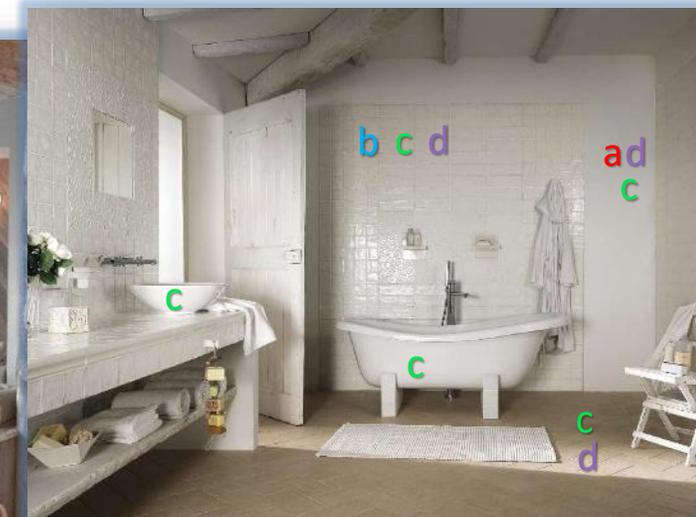
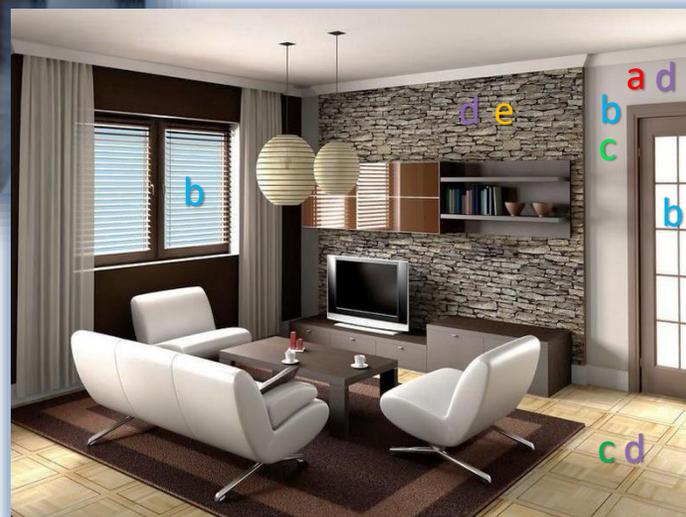


Fonte: Agroconsult



**MATÉRIAS PRIMAS MINERAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**





Matéria Prima	Utilização na Construção Civil
<b>a - Agregados</b>	Concreto, Argamassa, Pavimentação de Estradas
<b>b - Areia Industrial</b>	Fabricação de Vidro, Argamassa
<b>c - Argila</b>	Fabricação de Cerâmica, Cargas minerais, Cimento
<b>d - Calcário</b>	Cimento, Cal
<b>e - Rocha Ornamental</b>	Revestimento



# AGREGADOS

## Conceito de Agregados para Construção Civil

- ✓ Materiais minerais, granulares, inertes, usados sobretudo em obras de infraestrutura e edificações.
- ✓ Agregados mais comuns:
  - *pedra britada (brita)* - fragmentos de rochas duras, obtidos por processos de britagem e peneiramento de blocos extraídos de maciços rochosos com auxílio de explosivos.
  - *areia* - bem mineral constituído por sílica ( $\text{quartzo-SiO}_2$ ) de granulação fina; agregados miúdos aplicados na construção civil;
  - *cascalho* – bem mineral naturalmente desagregado, substitui a brita.
- ✓ Substâncias minerais mais consumidas no Brasil e no Mundo; consideradas de uso social.
- ✓ Características típicas:
  - Grandes volumes de produção
  - Beneficiamento simples
  - Baixo preço unitário
  - Alto custo relativo de transporte

# Classificação de Agregados para Construção Civil



Gabião ou Rachão



Brita 5



Brita 4



Brita 3



Brita 2



Brita 1

	Tipo de Brita	Granulometria
<b>Agregado Graúdo</b>	Gabião ou Rachão	100 a 150 mm
	Brita graduada	Mistura de tamanhos definida pelo consumidor
	Brita 5	76 a 100 mm
	Brita 4	50 a 76 mm
	Brita 3	25 a 50 mm
	Brita 2	19 a 25 mm
<b>Agregado Miúdo</b>	Brita 1	9,5 a 19 mm
	Brita 0 ou pedrisco	4,8 a 9,5 mm
	Bica corrida	Mistura de tamanhos 0 a 50 mm
	Pó-de pedra	0 a 5 mm (máximo 20% de finos < 0,074 mm)
	Areia de brita	Pó-de-pedra sem os finos
	Tipo de Areia	Granulometria
<b>Agregado Miúdo</b>	Grossa	2,0 a 1,2 mm
	Média	1,2 a 0,42 mm
	Fina	0,42 a 0,075 mm



Brita 0



Bica corrida



Pó de Pedra



Areia de Brita



AREIA FINA

AREIA MÉDIA

AREIA GROSSA

AREIA P/ DRENO

## Agregados - Produção e Consumo

- Ampla e diversificada gama de produtores
- No ranking da Produção Mineral Brasileira areia em 1º lugar e brita em 2º

Dimensão da Indústria de Agregados (2014)

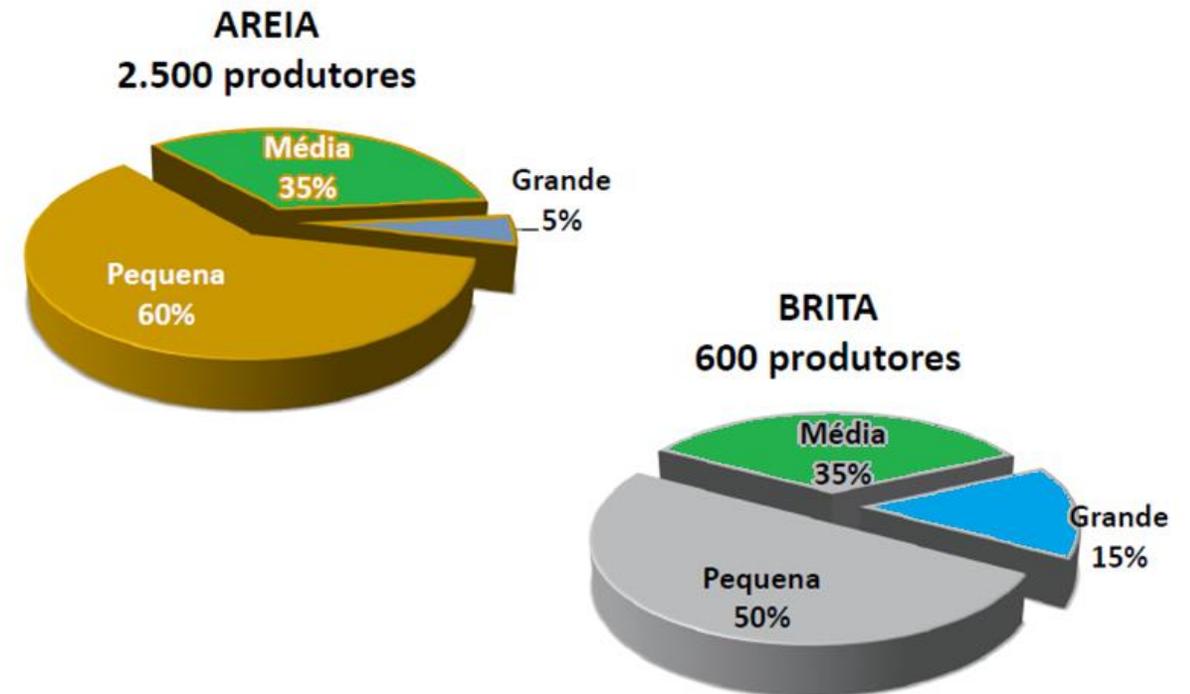
	AREIA	BRITA	TOTAL
Produção (milhões de toneladas)	439	302	741
Per capita	2,2	1,5	3,7
Número de empresas	2.500	600	3.100
Investimentos (R\$ milhões)			700
Empregos diretos	49.000	26.000	75.000
Capacidade instalada (toneladas/ano)			850
Valor da produção* (R\$ bilhão)			19

\* Valor bruto posto consumidor

Fontes: Anepac/Sindipedras-SP

Porte das Minas	Produção Anual (mil toneladas)	
	Areia	Brita
Grande	> 300	> 600
Média	120 a 300	360 a 660
Pequena	< 120	< 360

*Minas com produções < 18 mil t/ano não foram consideradas*



Fonte: ANEPAC

# Agregados - Produção e Consumo

## Consumo de agregados per capita

um dos fatores utilizados para avaliação do índice de desenvolvimento de um país



## SITUAÇÃO NO BRASIL

	POPULAÇÃO milhões pessoas	CONSUMO milhões ton	CONSUMO PER CAPITA
N	17,1	52,7	3,08
NE	56,3	154,3	2,74
CO	15,1	67,5	4,47
SE	85,3	347	4,07
S	29,1	119,5	4,11

Fonte: IBGE, ANEPAC - 2014



ção da ANEPAC



# AREIA INDUSTRIAL

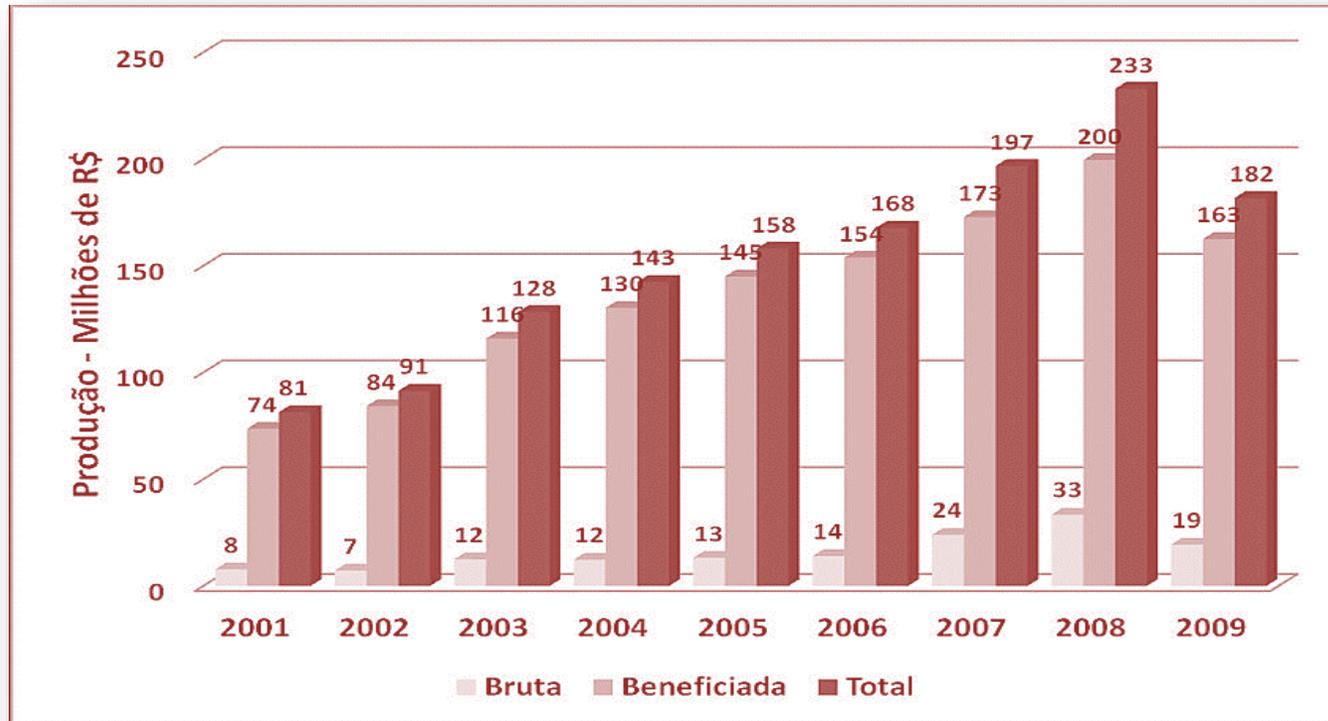
## Aplicações de Areia Industrial

Areia industrial designa *areias de quartzo com elevado teor de sílica (SiO<sub>2</sub>)* com propriedades valorizadas no mercado relativamente às utilizadas diretamente na construção civil (4 a 5 vezes o valor).

Denominação	Aplicações
areia quartzosa, quartzito industrial ou areia de sílica ( <i>sílica sand</i> )	Construção civil, fabricação de vidro, moldes para fundição e como matéria-prima na indústria cerâmica e de abrasivos



## Perfil do Mercado de Areia Industrial



Desafios e perspectivas da produção de areia industrial 2013, [www.researchgate.net/publication](http://www.researchgate.net/publication)

Produção concentrada em poucos estados:

62% SP

18% SC

8% MG

12% nos demais

Existem três grupos de empresas atuantes no setor:

- 1. Com forte participação de capital estrangeiro** – 3 minas de grande porte (> 700.000 t/ano)
- 2. De capital nacional** – minas de porte médio (200.000 t/ano)
- 3. Empresas familiares** – minas de pequeno porte (2.000 a 100.000 t /ano)

Em função de sua qualidade são também objeto de comércio internacional, com exportações e importações.

# Vidro

Material constituído basicamente por sílica ( $\text{SiO}_2$ ) de natureza amorfa.

Industrialmente obtido por fusão de areias (1.500 a 1.600 °C)

**Tipos:** Comum (Ca-Na, resistente), Frágil (Pb, cristal) e de Resistência Térmica (B-silicato)

## Matérias Primas Utilizadas na Fabricação do Vidro Comum

### MINERAIS

- Areia silicosa de alta pureza – 70 a 90% do vidro
- Calcário calcítico -  $\text{CaCO}_3$
- Feldspato – silicatos de sódio e/ou cálcio

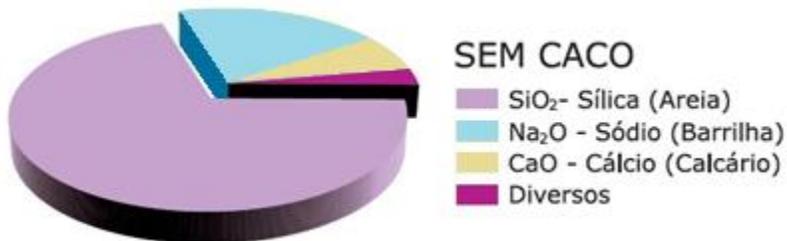
### PRODUTOS QUÍMICOS

- Soda ou barrilha – carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )
- Cal – cal virgem ou óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ )
- Alumina –  $\text{Al}_2\text{O}_3$



Imagem extraída de: nezerooz.com

*Reciclagem tem relevante importância por reduzir o consumo de areia silicosa*



Imagens extraídas de: Vidro – Ciências dos Materiais – Un. Luterana do Brasil 2013

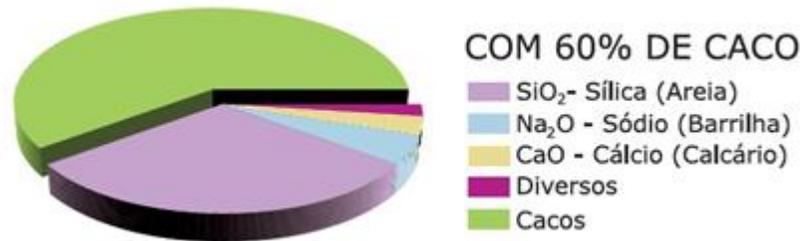


Imagem extraída de: Vidro – Ciências dos Materiais – Un. Luterana do Brasil 2013

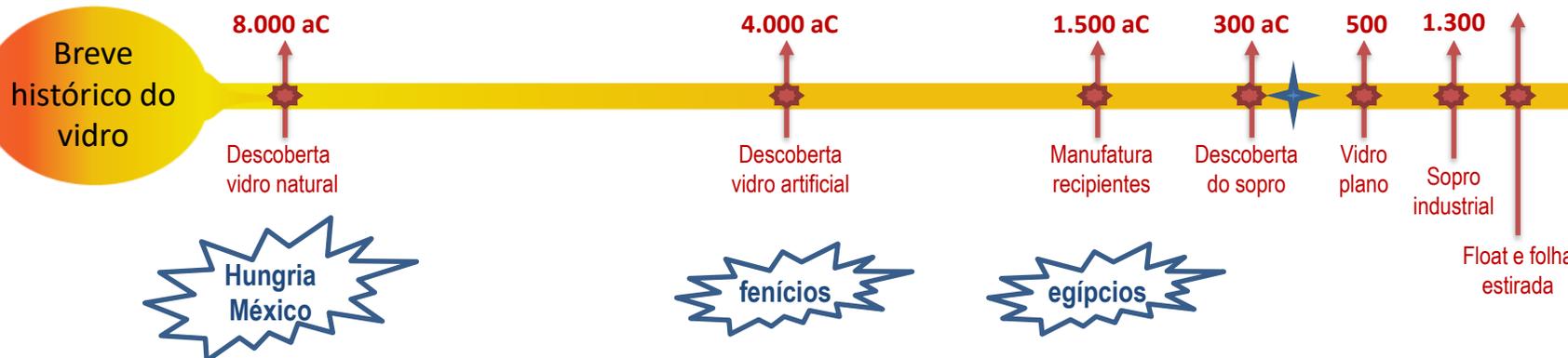


# A História do Vidro

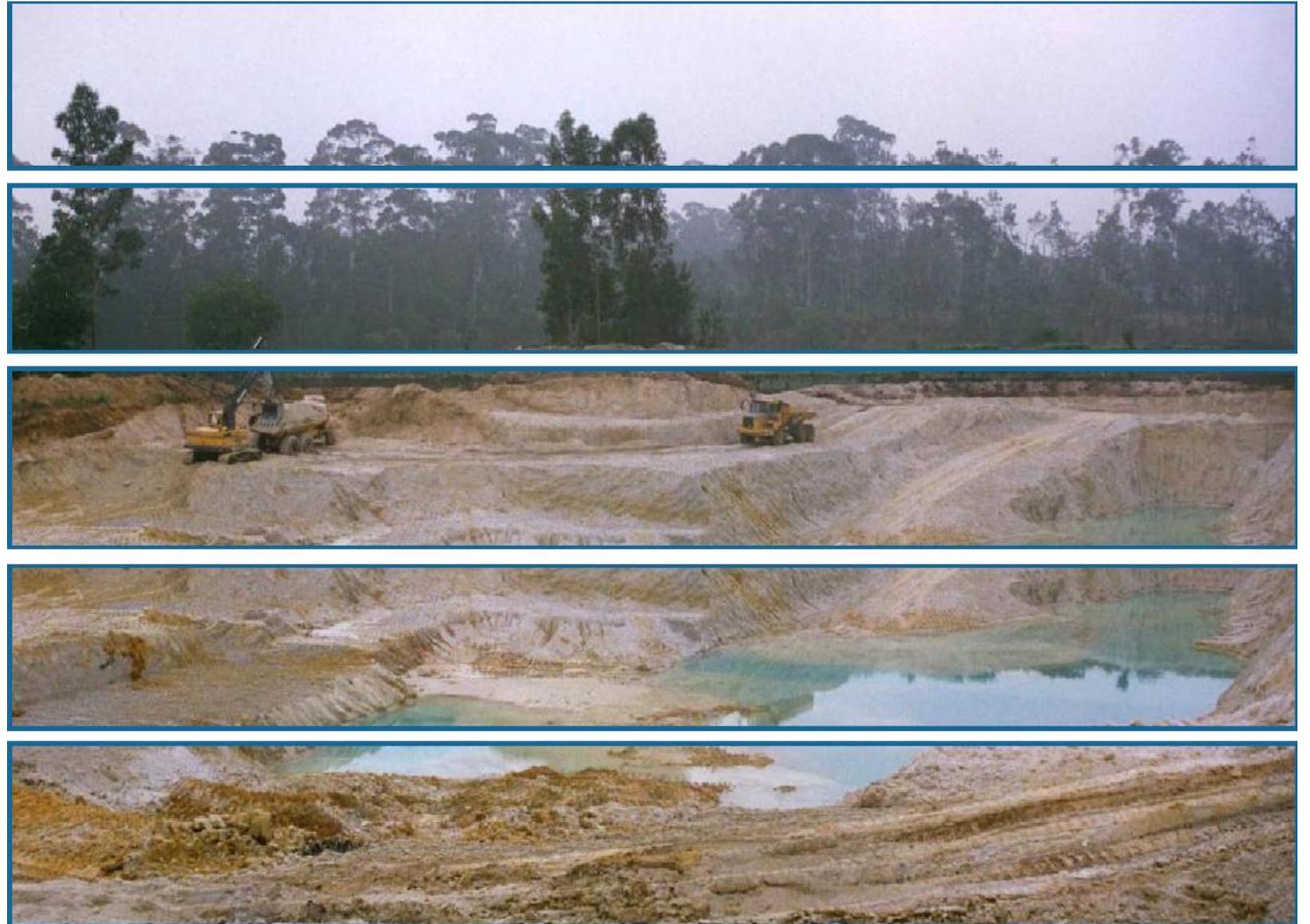
- Período a.C
  - Vidro artificial descoberto por fenícios: sacos de trona (carbonato Na natural) em uma fogueira (rio Belus, Sidom) se transformou em blocos transparentes;
  - Até 1.500 a.C. era usado apenas como adorno, nesta época os egípcios aprenderam a manufaturar recipientes;
  - 300 a.C. a descoberta do “sopro” facilitou a moldagem de recipientes; técnica ainda atual para moldagem mesmo nos mais modernos equipamentos.
- Período d.C.
  - Pré-Revolução Industrial
    - 1.300, descoberta de processo sopro de cilindros;
    - Setor vidreiro se desenvolveu no continente europeu, sobretudo na Alemanha (vidro esmaltado e reprodução de desenhos famosos). Inglaterra e França contribuíram para aperfeiçoar os processos de produção do vidro e aprimorar o caráter estético e artístico das peças.
  - Pós-Revolução Industrial
    - Segunda metade do século XIX, as indústrias de vidro alcançaram novas tecnologias de fabricação; proporcionou grande avanço da indústria.
    - Virada do século XX haviam três grandes centros que atuavam na produção de vidro: França, Inglaterra e Bélgica.
    - Início da década de 20, por demanda do setor automotivo (Ford) a indústria americana foi expandida.
- No Brasil
  - A primeira fábrica de vidro data de 1812, em Campo Alegre de Lourdes/BA.



“O sopro” utilizado para produzir frascos de vidro e recipientes em geral.



# ARGILA



# A Indústria Cerâmica

*Cerâmica inclui todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos após tratamento térmico em temperaturas elevadas.*

Setor cerâmico é amplo e heterogêneo, dividido em segmentos conforme as matérias-primas, propriedades e áreas de utilização.

<b>Cerâmica vermelha</b>	<b>materiais de cor avermelhada usados na construção civil</b> e utensílios domésticos/adorno
<b>Materiais de Revestimento (Placas Cerâmicas)</b>	<b>materiais na forma de placas, usados na construção civil</b>
<b>Cerâmica branca</b>	grupo diversificado, materiais constituídos por um corpo branco
Materiais Refratários	classificados quanto ao componente principal
Isolantes Térmicos	isolantes térmicos não refratários e fibras ou lãs cerâmicas
Fritas e Corantes	Frita (ou vidro fritado) é vidro moído, fabricado a partir da mistura de diferentes matérias-primas
Abrasivos	produtos mais conhecidos podemos citar o óxido de alumínio eletrofundido e o carbetto de silício.
Cerâmica de Alta Tecnologia/Cerâmica Avançada	diferentes áreas que exigem materiais com qualidade excepcionalmente elevada
<b>Vidro, Cimento e Cal</b>	três importantes segmentos cerâmicos e detalhados à parte da cerâmica



## Panorama do Mercado de Cerâmica Vermelha



9.071 pequenas  
empresas compõem  
o setor



Gera cerca de 300  
mil empregos diretos



Gera 1,5 milhões de  
empregos indiretos



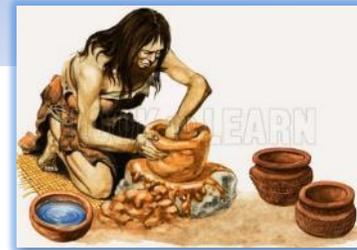
Representa 4,8%  
da indústria da  
construção civil



Fatura  
R\$ 18  
bilhões

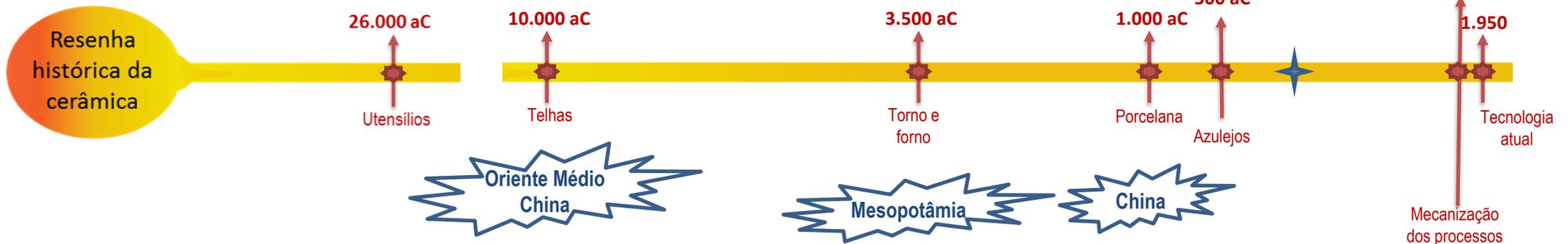


# Histórico da Cerâmica



## A mais antiga das indústrias

- Pré-história, primeiros registros nos povos nativos (utensílios)
- ~26.000 aC – atividade iniciou no Japão no final da era da Pedra Polida; utensílios encontrados na Tchecoslováquia e China
- ~10.000 aC – fabrico artesanal de telhas, China e Oriente Médio
- ~7.000 aC – fabrico artesanal de tijolos/blocos, Assíria e Persia
- ~3.500 aC – torno de oleiro (potter's wheel) e fornos rudimentares, Mesopotâmia, termo grego “keramicos” (coisa queimada);
- 2.000 aC – fabrico do vidro
- 1.000 aC – fabrico de porcelana na China
- 500 aC – fabrico de cerâmica para acabamento arquitetônico; azulejos (em árabe= pedra cintilante)
- ~1.800 dC – maquinário moderno mecanização da mistura, prensagem e moagem; revolução industrial e vapor
- 1.950 dC - tecnologia atual



## Matérias Primas Minerais de Uso na Cerâmica

*Essencialmente Argilas*



**Conceito de Argila:** *Material natural de textura terrosa e de granulometria fina; mistura de minerais essencialmente constituída por argilo-minerais, que se torna plástica quando misturada com água.*

- ✓ **Argila como Classe Granulométrica**  
Partículas de < 0,002 mm (0,004 mm)
- ✓ **Argila com Mineral**  
Argilominerais são os característicos das argilas: silicatos de Al ou Mg hidratados; hábito placóide ou flocos; macios, de baixa dureza, com flexibilidade ou até elasticidade das lamelas.
- ✓ **Argila como Sedimento**  
Sedimentos compostos essencialmente por minerais argilosos
- ✓ **Argila como Matéria Prima**  
Produto natural que desenvolve plasticidade em meio húmido, endurece depois de seco e mais ainda depois de cozido

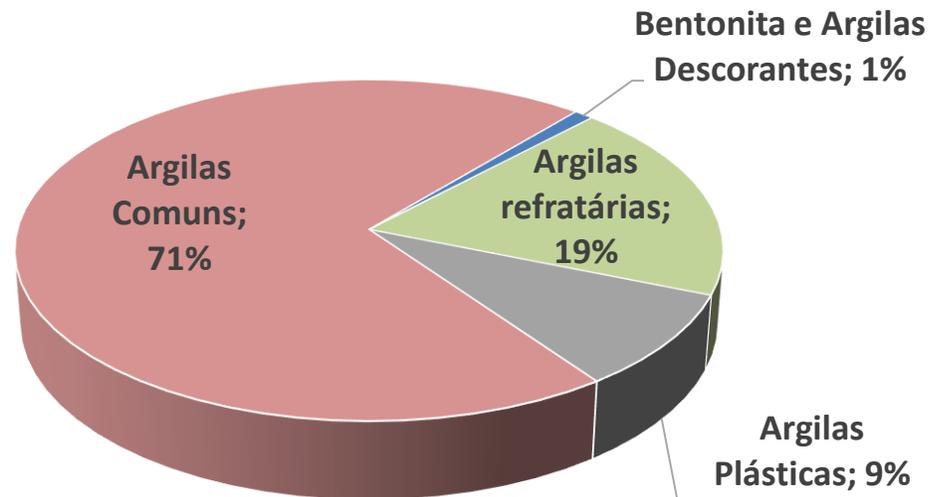
### Tipos de Argilas

Argilas Comuns	Common Clay
Argilas Plásticas	Ball Clay
Argilas Refratárias	Fire Clay
Argilas Descorantes e Bentonitas	Filler's Earth and Bentonite
<b>Caulim</b>	
Vermiculita, Talco e outras Cargas, Bauxita	



# Reservas e Produção de Argila no Brasil

## Reservas Brasileiras por Tipo de Argilas (2009)



Argilas Comuns	Common Clay
Argilas Plásticas	Ball Clay
Argilas Refratárias	Fire Clay
Argilas Descorantes e Bentonitas	Filler's Earth and Bentonite
Caulim	
Vermiculita, Talco e outras Cargas, Bauxita	

## Principais arranjos produtivos minero-cerâmicos brasileiros

Fonte: MME- Perfil de argilas para cerâmica vermelha, 2009



- ✓ Produção Brasileira oficial de argila para cerâmica vermelha em 2009 147 milhões de toneladas
- ✓ Substancial parcela da produção está na informalidade (cerca de 30%)

# CAULIM

O caulim é formado basicamente pelo argilo-mineral **caulinita**, silicato hidratado de alumínio, e tem a cor branca por causa do seu baixo teor de ferro.

Argilas Comuns	Common Clay
Argilas Plásticas	Ball Clay
Argilas Refratárias	Fire Clay
Argilas Descorantes e Bentonitas	Filler's Earth and Bentonite
<b>Caulim</b>	
Vermiculita, Talco e outras Cargas, Bauxita	

## Conceito de Caulim:

- Contexto geológico – rocha composta por caulinita
- Contexto industrial – produto de beneficiamento de rocha formada por caulinita

## Histórico:

- ✓ O termo deriva da palavra chinesa kauling (colina alta), alusão à colina Jauchau Fu, onde foi usado para artefatos cerâmicos entre os séculos 7 e 10.
- ✓ Em 1920 inicia sua aplicação como material de enchimento (carga) na indústria de papel, seguida pelo uso na indústria da borracha;
- ✓ Mais recentemente, passou a ser usado **como carga mineral** para plásticos, pesticidas, rações, bem como em produtos alimentícios, farmacêuticos, fertilizantes e outras aplicações industriais.

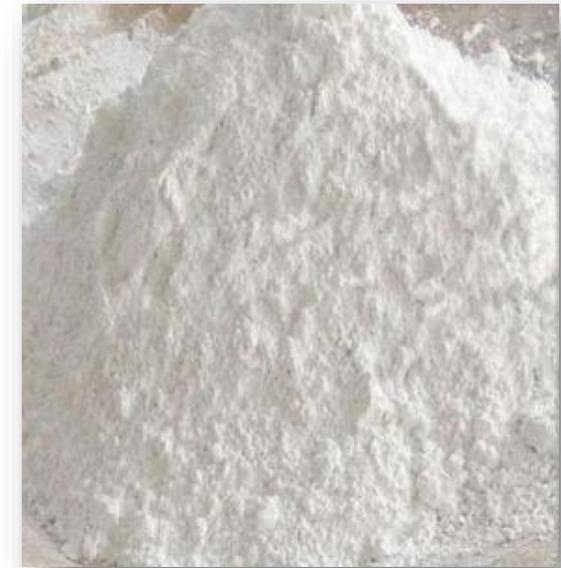


Fonte: Imerys Caulim, Barcarena PA

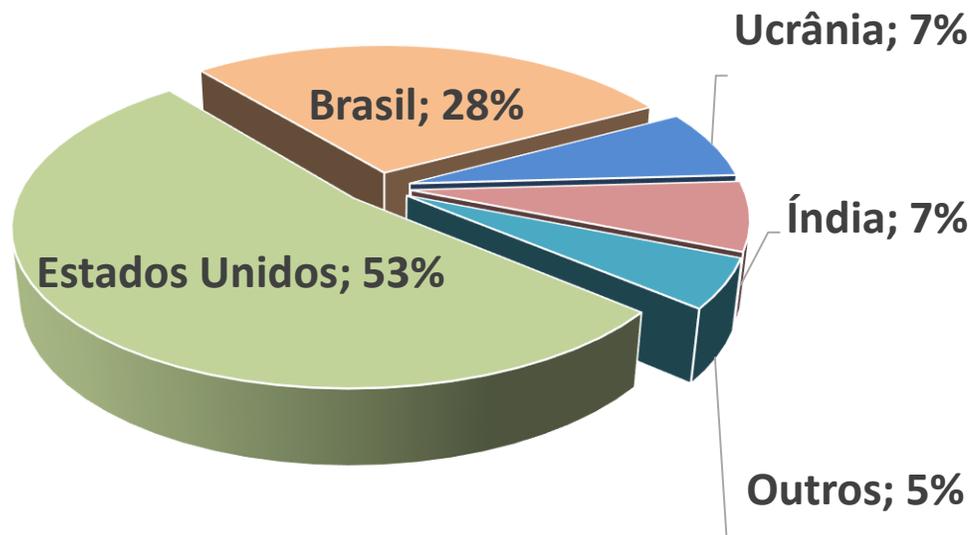
## RESERVAS BRASILEIRAS DE CAULIM

Um dos seis minerais mais abundantes da crosta terrestre, possui ampla distribuição geográfica e é encontrado em vários continentes.

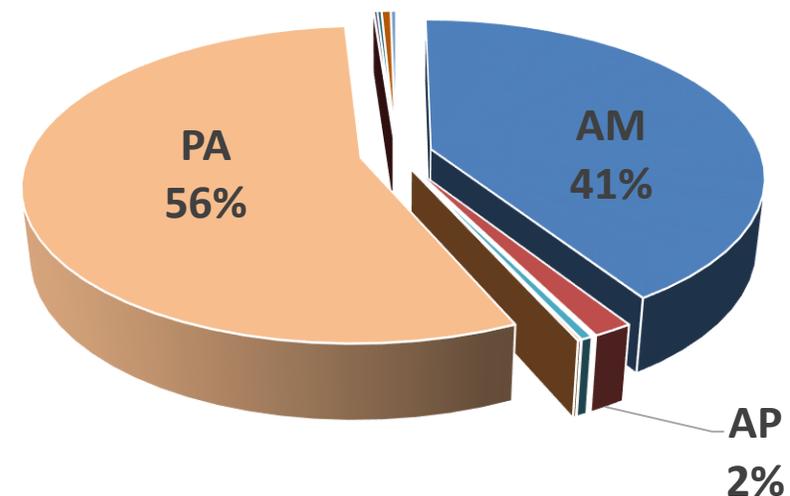
- Quatro países detém 95% das reservas conhecidas (15 bilhões de toneladas).
- As reservas brasileiras são de 24,5 bilhões de toneladas; são de altíssima alvura e qualidade internacional para aplicação em papéis especiais.



Reservas Mundiais



Reservas Brasileiras por Estado



## Caulim- Produção e Comércio Exterior

- ✓ A produção brasileira provém quase totalmente de três minas de grande porte (duas no Pará e uma no Amapá).

### Países importadores:

- ✓ Bélgica (21%);
- ✓ Estados Unidos (20%);
- ✓ Japão (14%);
- ✓ Holanda (13%);
- ✓ Finlândia (11%);
- ✓ Outros (21%).

### Comércio Exterior de Caulim milhões de toneladas



### Comércio Exterior de Caulim milhões US\$





Imagem: Secretaria de Minas e Mineração, SP

# CALCÁRIO



Mina Pastinho, Votorantim/SP

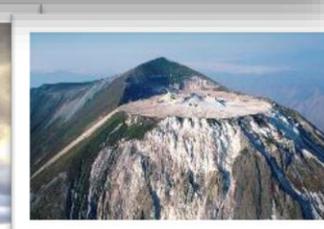
Imagem: Instituto Geológico, SP

# Rochas Carbonatadas

Rochas compostas por carbonatos, acima de 50 % em peso, e que são exploradas como fonte destes minerais.

Mineralogia de carbonatos de interesse industrial:

Composição Química	Nome	Aplicação Industrial
Carbonato de cálcio	Calcita	<b>fabricação de cimento e cal</b> , cerâmica e vidro, ração animal, cargas minerais, corretivo de solo
Carbonato de cálcio e magnésio	Dolomita	<b>corretivo de solo</b> , refratários
Carbonato de magnésio	Magnesita	fabricação de refratários



# Calcários

- ✓ Têm ampla distribuição geográfica;
- ✓ Se formaram em todas as idades geológicas;
- ✓ Apresentam extensa variedade de características geológicas

## ✓ TIPOS:

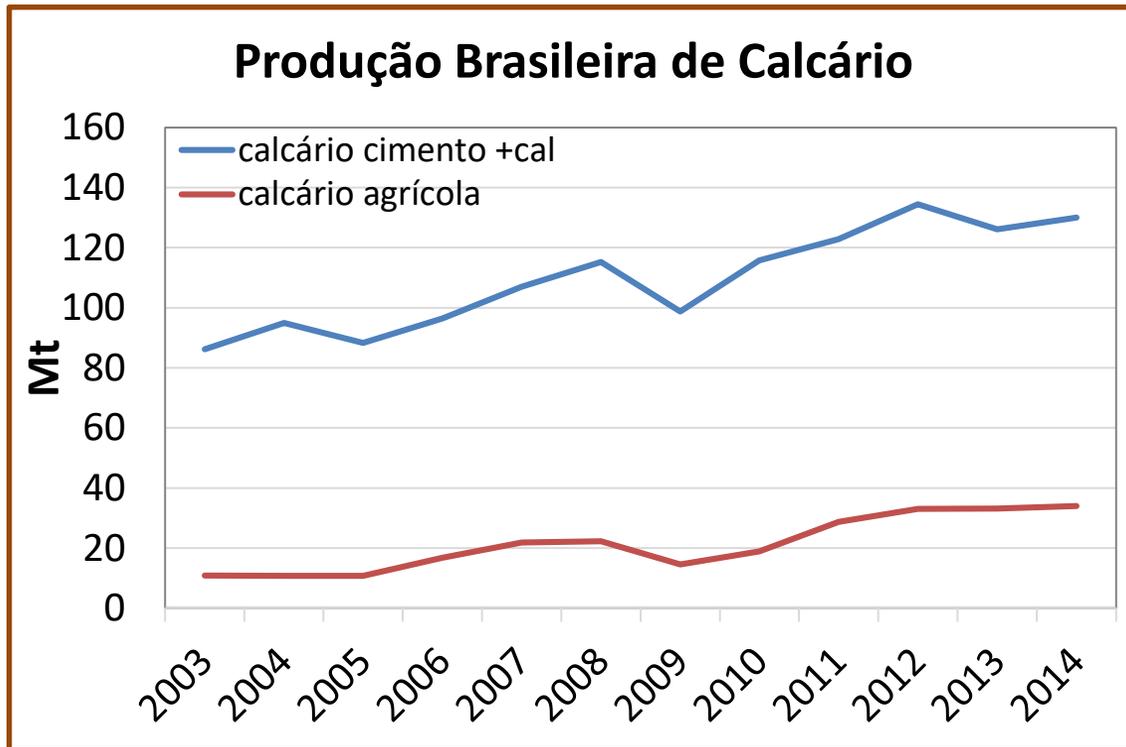
Dois tipos com características de texturas, de cristalinidade, e de minerais menores associados

- **Alta temperatura:**  
calcários com expressiva recristalização; mármore
- **Baixa temperatura:**  
calcários sedimentares, nítida presença de contribuição de carapaças

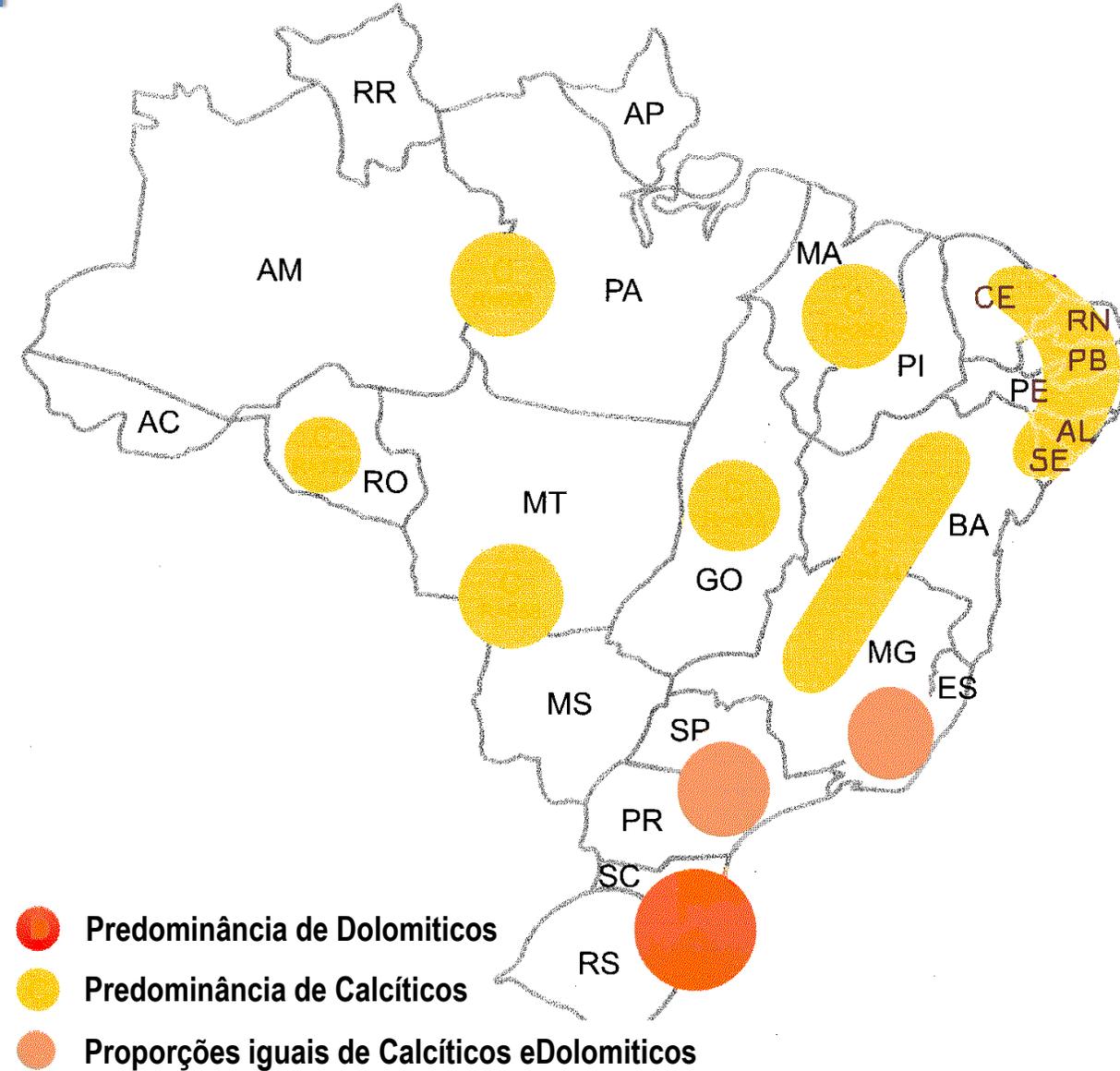
Composição Química	Denominação
<b>Carbonato de cálcio</b>	<b>Calcita</b>
Carbonato de cálcio e magnésio	Dolomita
Carbonato de magnésio	Magnesita



# Reservas e Produção de Calcário no Brasil



Fonte: Anuário Mineral Brasileiro, 2006



# Calcário Agrícola

Para a correção da acidez do solo, o calcário é o principal produto utilizado na agricultura.

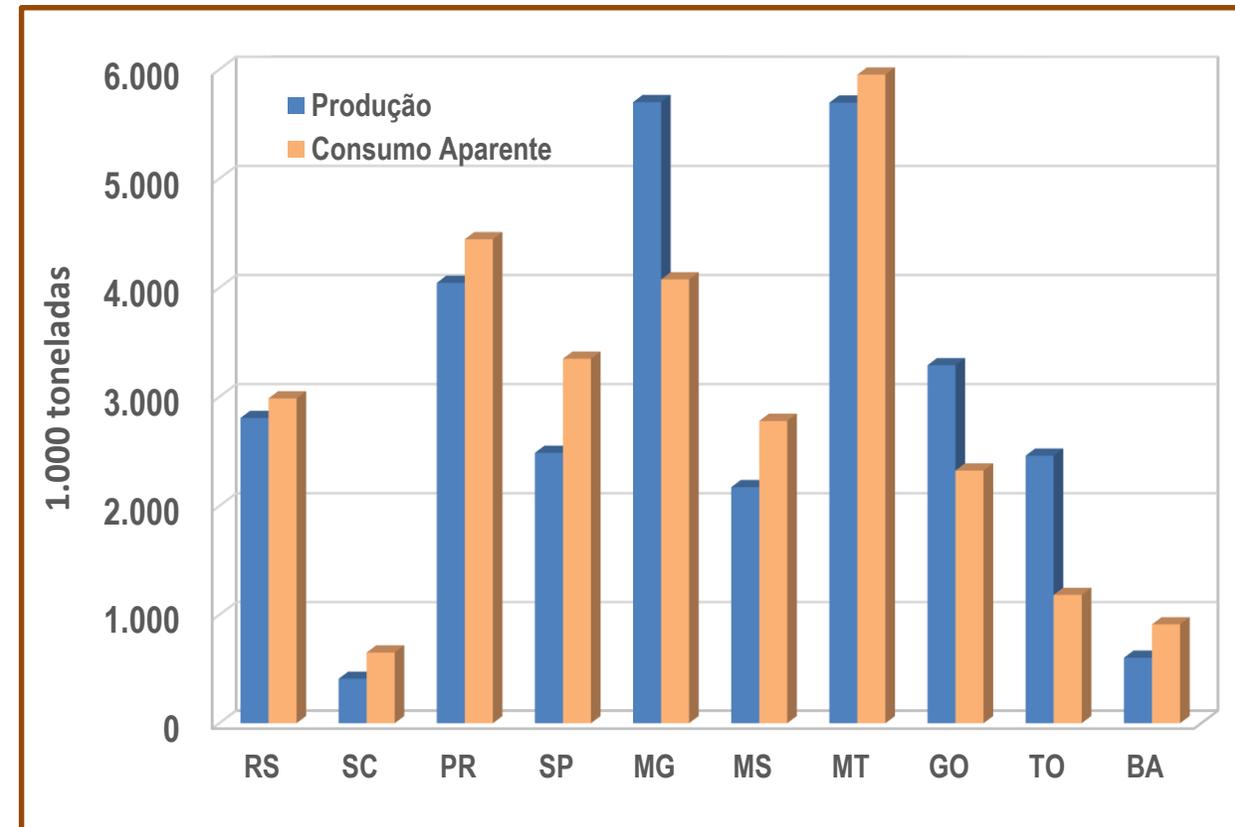
Composição Química	Denominação
Carbonato de cálcio	Calcita
Carbonato de cálcio e magnésio	Dolomita
Carbonato de magnésio - $MgCO_3$	Magnesita

## Funções no solo:

- ✓ Promove maior crescimento das raízes;
- ✓ **Melhora o aproveitamento da água do solo;**
- ✓ Aumenta a eficiência da adubação;
- ✓ **Fornece Cálcio e Magnésio para a nutrição das plantas;**
- ✓ Conserva o solo e protege o meio ambiente

## Tipos de Calcário:

- ✓ Calcário calcítico (< 5% MgO)
- ✓ Calcário dolomítico
- ✓ Calcário magnesiano



Fonte: Calcário Agrícola Brasil 2015

# Fabricação de Cal

A cal é usada na construção desde a mais remota antiguidade, para unir e revestir as alvenarias, devido à plasticidade e durabilidade que acrescenta às argamassas.

Construção Civil	Argamassa, pintura
Siderurgia	Escorificador
Metalurgia	Diversos metais
Farmacêutica	Agente branqueador e desodorizador
Agricultura	Corretivo de solo
Indústria química	Produção de compostos diversos
Indústria alimentar	Produção açúcar, derivados do leite e pães
Indústria do papel	Produção de carbonato de cálcio, regeneração de soda cáustica
Meio Ambiente	Tratamento de águas, efluentes gasosos, solos



Britagem e Moagem

Classificação Granulométrica ➡



Calcinação  
900 a 1.300°C



Classificação e Moagem ➡



Composição Química	Denominação
Carbonato de cálcio	Calcita
Carbonato de cálcio e magnésio	Dolomita
Carbonato de magnésio	Magnesita

# CIMENTO

Material particulado que, misturado com água, dá origem a misturas plásticas, as quais, após algum tempo, se solidificam e, gradativamente, adquirem resistência mecânica (Zampieri 1993).

É um dos produtos mais utilizados no mundo, presente em todo tipo de construção. É o componente básico do concreto.

## Aspectos econômicos relevantes:

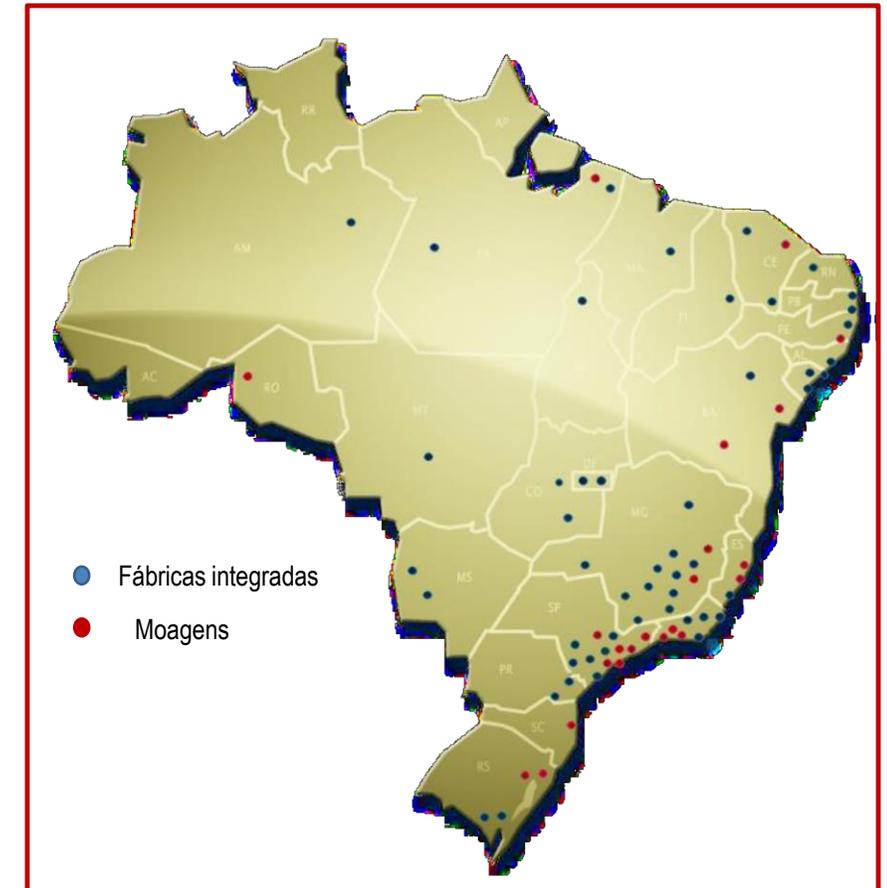
- Produto de baixo valor agregado e baixo preço
- Localização próxima a centros consumidores
  - 300 a 500 km S e SE
  - 1.000 km NE e N
- Indústria verticalizada (mineração e fabricação)
- Intensiva em capital e em energia

### A Indústria do Cimento no Brasil

- 23 grupos industriais
- 97 fábricas, 38 moagens
- Produção em 2015 - 64,5 Mt
- Consumo em 2015 – 64,9 Mt
- Capacidade instalada em 2015 – 93 Mt

Grupo Empresarial	Unidades Fabris
VOTORANTIN	27
INTERCEMENT	16
JOÃO SANTOS	11
LAFARGE-HOLCIM	9
MIZUI	6
CRH MATOZINHOS	4
TUPI	3

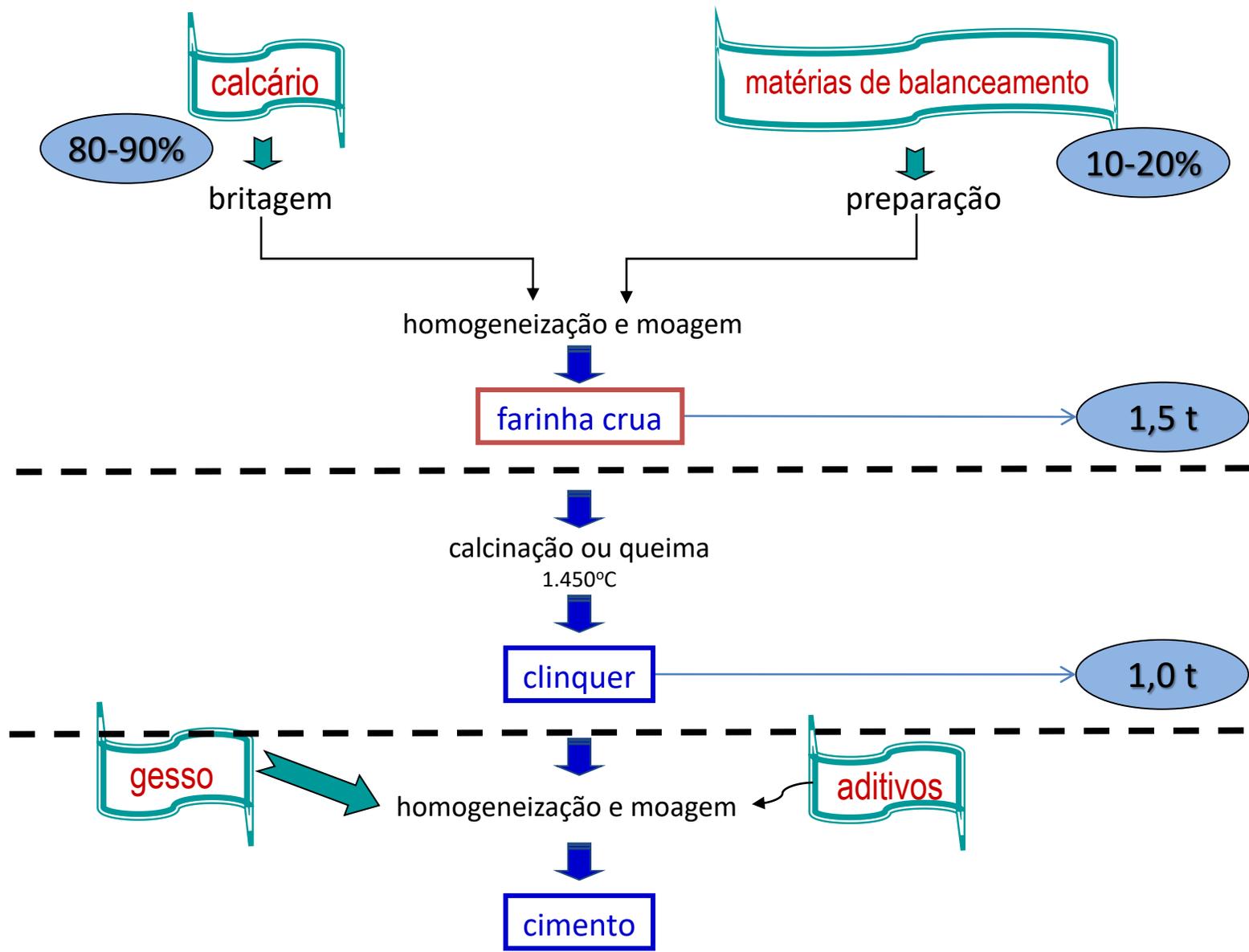
Fonte: ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2015



### Localização das Fábricas de Cimento

Fonte: SNIC – Sindicato Nacional das Industrias de Cimento, 2015

# Esquema das etapas para Fabricação de Cimento Portland



## Matérias primas de balanceamento

- material silicático (argilitos, filitos, quartzitos, xistos....)
- bauxita
- minério de ferro



Imagem: sanbetong.com



Imagem: www.skuld.com



Imagem: globalcimentos.com.br

# Histórico do Cimento



## 1. História Antiga

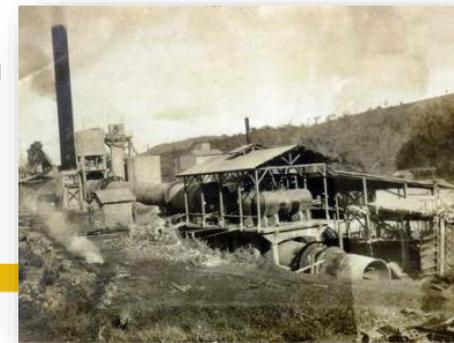
- ✓ A origem do cimento remonta há 4.500 anos. Monumentos do Egito antigo utilizavam uma liga composta por mistura de gesso calcinado.
- ✓ A palavra CIMENTO (latim CAEMENTU) designava em Roma uma espécie de pedra natural de rochedos.
- ✓ As grandes obras gregas e romanas foram construídas com solos de origem vulcânica da ilha grega de Santorino ou das proximidades da cidade italiana de Pozzuoli, que possuíam propriedades de endurecimento sob a ação da água.

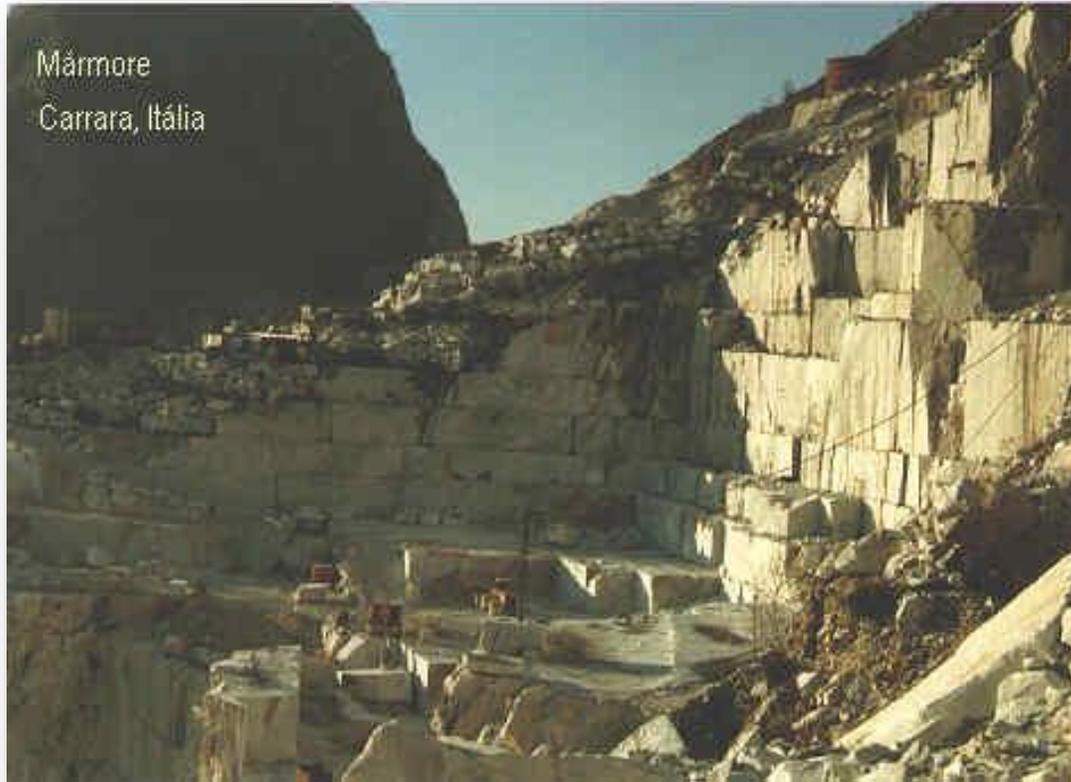
## 2. História Moderna

- ✓ Em **1756**, o inglês John Smeaton, propiciou grande desenvolvimento do cimento ao obter um produto de alta resistência por meio de calcinação de calcários moles e argilosos.
- ✓ Em **1818**, o francês Vicat obteve resultados análogos aos de Smeaton, com mistura de argila e calcário. É considerado o inventor do cimento artificial.
- ✓ Em **1824**, o inglês Joseph Aspdin queimou pedras calcárias e argila juntas, obtendo um pó fino que seco tornava-se tão duro quanto as pedras empregadas nas construções. A mistura não se dissolvia em água e foi patenteada com o nome de **cimento Portland**.

## 3. História no Brasil

- ✓ A primeira fábrica foi instalada em **1888** em Sorocaba-SP; funcionou intermitentemente até 1924
- ✓ Em **1912** foi fundada uma fábrica em Cachoeira do Itapemirim – ES; funcionou por pouco tempo
- ✓ Em **1924**, a implantação pela Companhia Brasileira de Cimento Portland de uma fábrica em Perus- SP, iniciou realmente a implantação da indústria brasileira de cimento.





# ROCHA ORNAMENTAL

## Rochas Ornamentais - Conceitos

### ✓ CONCEITUAÇÃO:

Matérias primas destinadas à produção de blocos para a indústria de revestimentos.

### ✓ CLASSIFICAÇÃO TRADICIONAL

- **Tipo de rocha:** composição química / mineralógica

Granitos ➤ rochas silicatadas (40% produção mundial)

Mármore ➤ rochas carbonatadas (45% produção mundial)

Outras  
pietras ➤ quartzitos, ardósias, serpentinitos e esteatitos, arenitos e conglomerados (15% produção mundial)



- **Características estéticas:** textura, padrão cromático, desenho granulação

textura ➤ rochas homogêneas, rochas movimentadas ou fantasia

padrão cromático ➤ tipos clássicos, tipos comuns, tipos excepcionais

## Rochas Ornamentais – Minas no Brasil

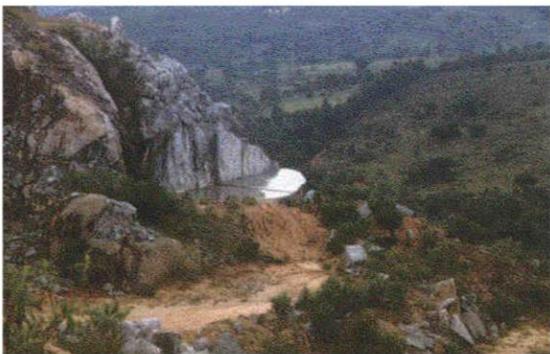
A extração de blocos no Brasil se faz em:

- maciços rochosos (stocks, batólitos, tipo Pão de Açúcar)
- jazidas associadas a grandes matacões

*Reservas de rochas ornamentais são distribuídas amplamente por todo o território nacional, fatores limitantes:*

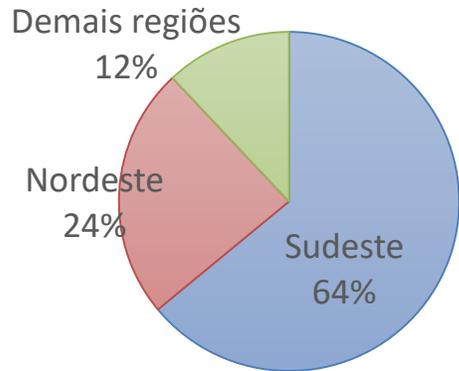
*– dificuldades de acesso e  
– grandes distâncias dos centros consumidores /  
– exportadores.*

*Zonas produtivas se concentram na região sudeste e tendem a ser na faixa costeira.*



# Comércio de Rochas Ornamentais

## Produção brasileira (2014)

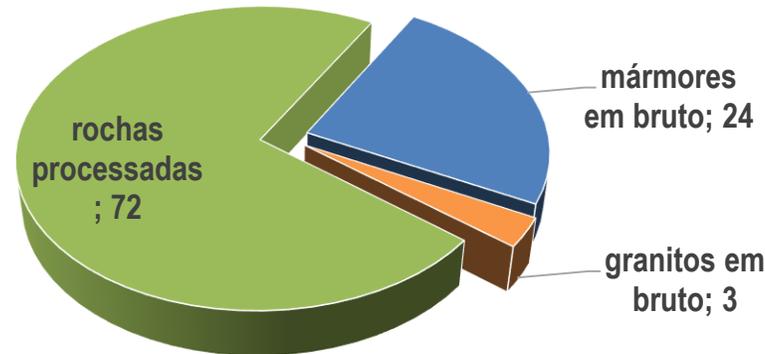


US\$ 5,5 bilhões  
10,1 milhões de toneladas  
(50% granitos)

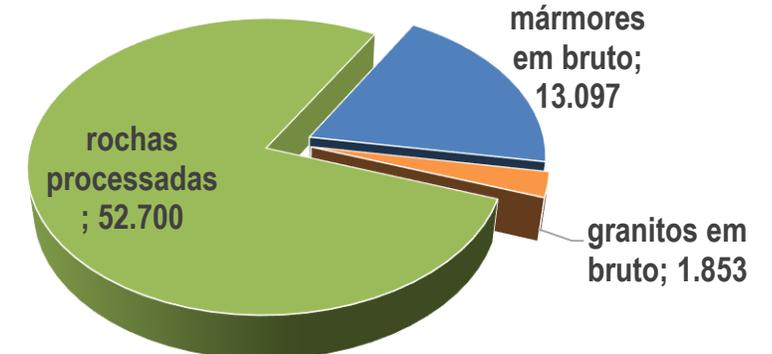
Exportação para 120 países

Principais destinos (81%):  
EUA, China e Itália

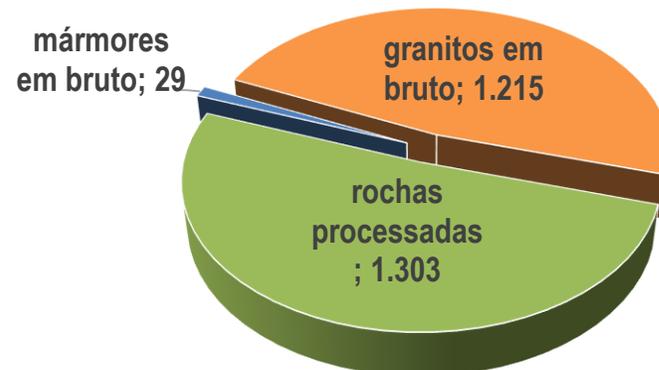
## Importações Brasileiras em 2014 1.000 t



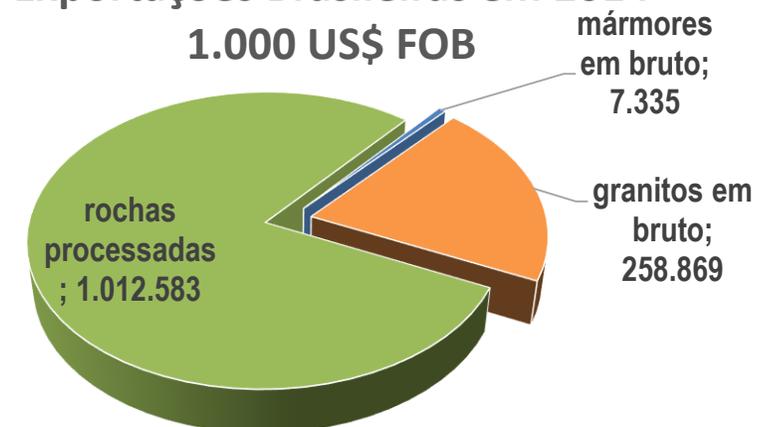
## Importações Brasileiras em 2014 1.000 US\$ FOB



## Exportações Brasileiras em 2014 1.000 t



## Exportações Brasileiras em 2014 1.000 US\$ FOB



***OBRIGADA***

---

**CLASSES DE BENS MINERAIS – MINERAIS NÃO METÁLICOS**