

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

---

# MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS

## MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

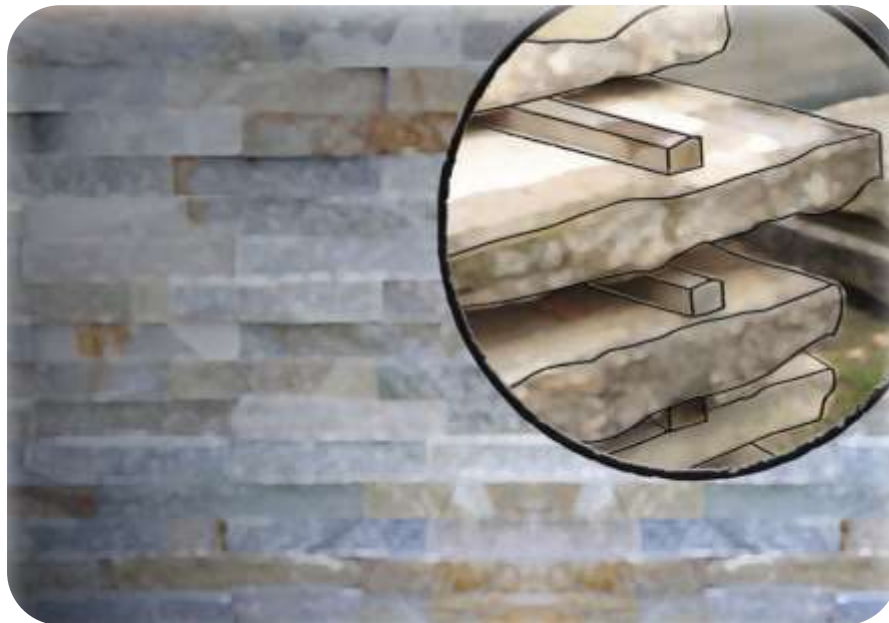
Diferentes tipos de rochas são usados para várias *finalidades* dentro da construção civil



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## (MATERIAL DE) CANTARIA

- Material rochoso aparelhado (cortado em placas ou outras formas)
- Função de embelezamento e proteção contra as intempéries
- Falsa-cantaria: disposição de rochas como revestimento



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## AGREGADO

material granular, sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassa e concreto (NBR 9935)



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - AGREGADOS



## **NORMAS DE REFERÊNCIA - AGREGADOS**

ABNT NBR 5564 - LASTRO FERROVIÁRIO - ANEXO D - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL MÍNIMA;

•ABNT NBR 7211 - AGREGADOS PARA CONCRETO - ESPECIFICAÇÃO;

•ABNT NBR 9935 - AGREGADOS - TERMINOLOGIA;

•ABNT NBR NM 26 - AGREGADOS - AMOSTRAGEM;

•ABNT NBR NM 27 - AGREGADO – REDUÇÃO DA AMOSTRA DE CAMPO PARA ENSAIOS DE LABORATÓRIO;

•ABNT NBR NM 30 - AGREGADO MIÚDO – DET. DA ABSORÇÃO DE ÁGUA;

•ABNT NBR NM 46 - DETERMINAÇÃO DO MATERIAL FINO QUE PASSA ATRAVÉS DA PENEIRA 0,075mm POR LAVAGEM;

•ABNT NBR NM 51 AGREGADO GRAÚDO – ENSAIO DE ABRASÃO "LOS ANGELES";

•ABNT NBR NM 248 - AGREGADOS – DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA;



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## AGREGADO: CLASSIFICAÇÃO

### Origem

Naturais (areia, seixos rolados, cascalhos)

Artificiais: obtido pelo beneficiamento de materiais naturais (rochas)

### Tamanho

Miúdos (< 4,8 mm)

Graúdos (> 4,8 mm)



Seixo de rio



Cascalho



Brita



Areia

# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## AGREGADO: CLASSIFICAÇÃO

### ● Massa específica

Leves (argilas expandidas, vermiculita), pesados (barita, magnetita), normais (areias, brita)

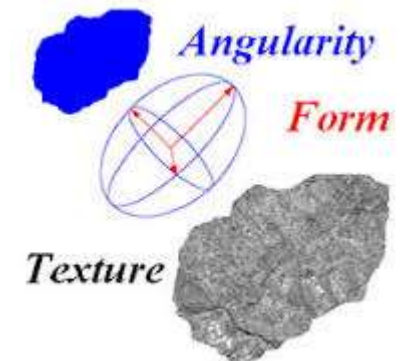
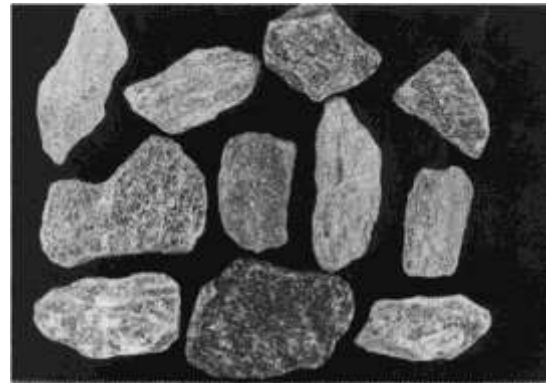
### ● Forma

Relação entre dimensões (alongados, cúbicos, lamelares)

Forma das arestas e cantos (angulosos, arredondados)

Textura superficial (lisa, áspera)

Forma das faces (planas, irregulares, conchoidais)



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## Solicitações dos materiais



## Propriedades dos constituintes

- atrito e impacto na fabricação e adensamento de concreto
- atrito e compressão do lastro ferroviário
- ação intempérica e de agentes de limpeza sobre rochas de revestimento

- físicas: peso específico; dureza; forma dos fragmentos
- químicas: reatividade
- mecânicas: resistência à compressão; resistência à abrasão



# MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

## Problemas devido ao uso de materiais não adequados

- má adesividade de ligantes betuminosos
- baixa aderência à pasta de concreto
- baixas características mecânicas devido ao uso de rochas friáveis
- resistência diferencial do concreto devido ao uso de agregados lamelares (rochas isotrópicas tendem a produzir agregados cúbicos, enquanto rochas metamórficas ou sedimentares tendem a formar agregados lamelares)

# BRITA

## PROPRIEDADES

- Agregado artificial
- Dimensão:  $> 4,8$  mm e  $< 100$  mm (graúdo)
  - N° 1 – 4,8 a 12,5mm
  - N° 2 – 12,5 a 25mm
  - N° 3 – 25 a 50mm
  - N° 4 – 50 a 76mm
  - N° 5 – 76 a 100mm
- Rochas cristalinas com solos de cobertura pouco espessa, coesas e com baixa porosidade

# **BRITA – APLICAÇÕES**

## **CONCRETO**

- Constitui o maior volume na composição do concreto
- Resistir a compressão e tração, desgaste, intemperismo
- Não reatividade

## **PAVIMENTOS DE ESTRADAS**

- Base, macadame hidráulico, revestimento betuminoso e de concreto de cimento

## **LASTRO (VIAS FÉRREAS)**

- Tamanhos progressivos de baixo para cima
- Resistir aos movimentos horizontais (tráfego , mudanças de temperatura) e permitir os verticais (cargas)
- Aplainar a pista e reduzir os efeitos destrutivos do impacto
- Drenar a água e evitar o crescimento de vegetação

## BRITA – PRINCIPAIS FONTES

- Mineração de agregados (“pedreiras”)
  - Rochas quartzo–feldspáticas – Granitos, gnaisses – 85%
    - > 69 %  $\text{SiO}_2$  (quartzo) e feldspato
    - traços de mica < 20%  $(\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Ca}^{2+})_2(\text{Al}^{3+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{3+})_{4-6}(\text{Si}^{3+}, \text{Al}^{3+})_8\text{O}_{20}(\text{OH}, \text{F})_4$  e anfibólio  $(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Na}^+)\text{SiO}_3$
  - Calcário, dolomito (dolomita [ $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ]) – 10%
  - Basalto, diabásio (45-52%  $\text{SiO}_2$ ) – 5%.

## **BRITA – PRINCIPAIS FONTES**

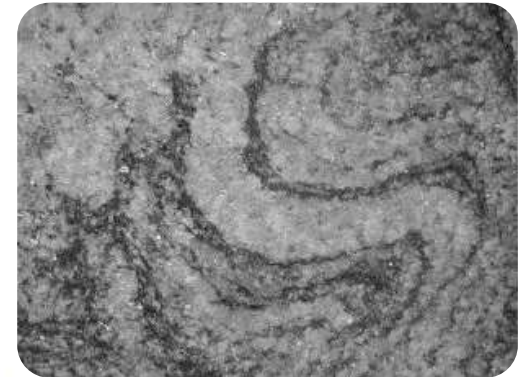
**Granito**: rocha **ígneas** de grão fino, médio ou grosseiro, composta essencialmente por quartzo e feldspato, tendo como minerais acessórios mica (presente praticamente sempre), hornblenda, zircão e outros minerais.

**Gnaiss**: rocha **metamórfica**, resultante da deformação de sedimentos arcóscicos (de rocha sedimentar quartzo/feldspato) ou de granitos. Sua composição é predominantemente de feldspato e quartzo. Granulação frequentemente entre média e grossa.



**Granito**

**Gnaiss**





## **BRITA – PRINCIPAIS FONTES**

**Calcário/dolomito:** Rochas carbonatadas mais comercializadas em todo mundo, origem sedimentar. Calcário: composição basicamente por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ). Dolomitos: composição basicamente por dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ).

**Basalto/diabásio:** O basalto é uma rocha ígnea vulcânica, cristalizada a partir de um magma na superfície ou próximo à superfície da Terra, de granulação fina afanítica (grãos não são vistos a olho nu), podendo conter grandes quantidades de material amorfo. Constituída de plagioclásio (tectosilicato - feldspato), piroxênio (inossilicato) e muitas vezes olivina (neossilicato Mg, Fe).

**Diabásio:** rocha subvulcânica, constituída essencialmente por plagioclásio básicos, piroxênio, magnetita e ilmenita; textura granular fina, mas possui muitas vezes textura granular mais grosseira.



**Diabásio**



**Basalto**



**Dique de basalto**

# Pão de açúcar

Granito tipo S



Ortognaisses



Granitoides foliados





## AGREGADOS SEM LIGANTES



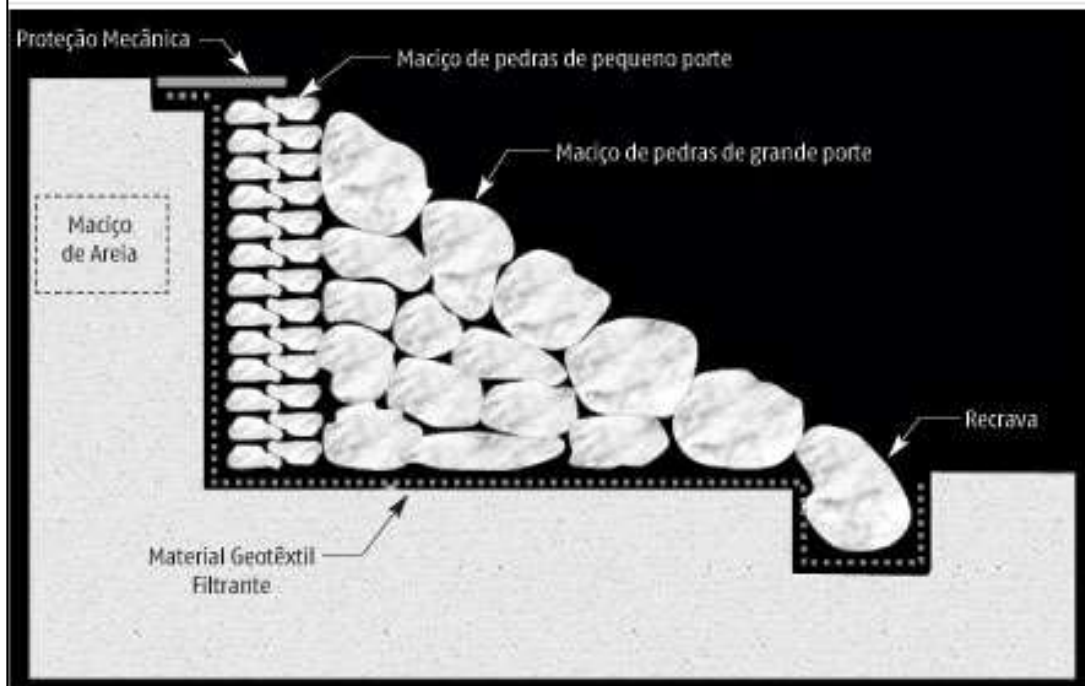
2013

# AGREGADOS SEM LIGANTES

## Enrocamento – Praia de Ponta Negra

### Como será a proteção da orla

Ao longo dos 2km que serão recuperados, o projeto prevê a construção de 20 escadas de acesso à praia e 10 rampas



■ A barreira de pedras (enrocamento) terá uma extensão de dois quilômetros, no trecho compreendido entre o Morro do Careca e a Rua Pastor Rodolfo Beutemuller.

■ A faixa de praia ficará mais curta com essa barreira, já que as pedras ocuparão um espaço entre cinco e seis metros após o calçadão.

■ Os blocos serão colocados de forma granulométrica, ou seja, as menores ficam mais protegidas, enquanto as maiores ficam na parte mais externa da estrutura.

■ Há uma proteção mecânica na parte superior e um filtro geotêxtil na base, de maneira a evitar que as rochas afundem na areia.

■ Vantagens: estrutura porosa permite que as ondas ultrapassem as pedras, dissipando a energia das ondas; não provoca o rebaixamento do terreno natural; e permite a fixação de sedimentos.

**R\$ 4,7 milhões**  
é o valor das obras do enrocamento

**5 meses**  
é o prazo para a conclusão das obras da primeira etapa

**2 quilômetros**  
é a extensão da orla que será recuperada

## AGREGADOS SEM LIGANTES

Enrocamento – Construção de barragem





# AGREGADOS SEM LIGANTES

## Gabião



# **AGREGADOS SEM LIGANTES**

## **Gabião**



Aterros Armados com Gabiões



# **AGREGADOS SEM LIGANTES**

## **Gabião**



Aterros Armados com Gabiões

# AGREGADOS SEM LIGANTES

## Gabião





# AGREGADOS SEM LIGANTES

Lastro ferroviário





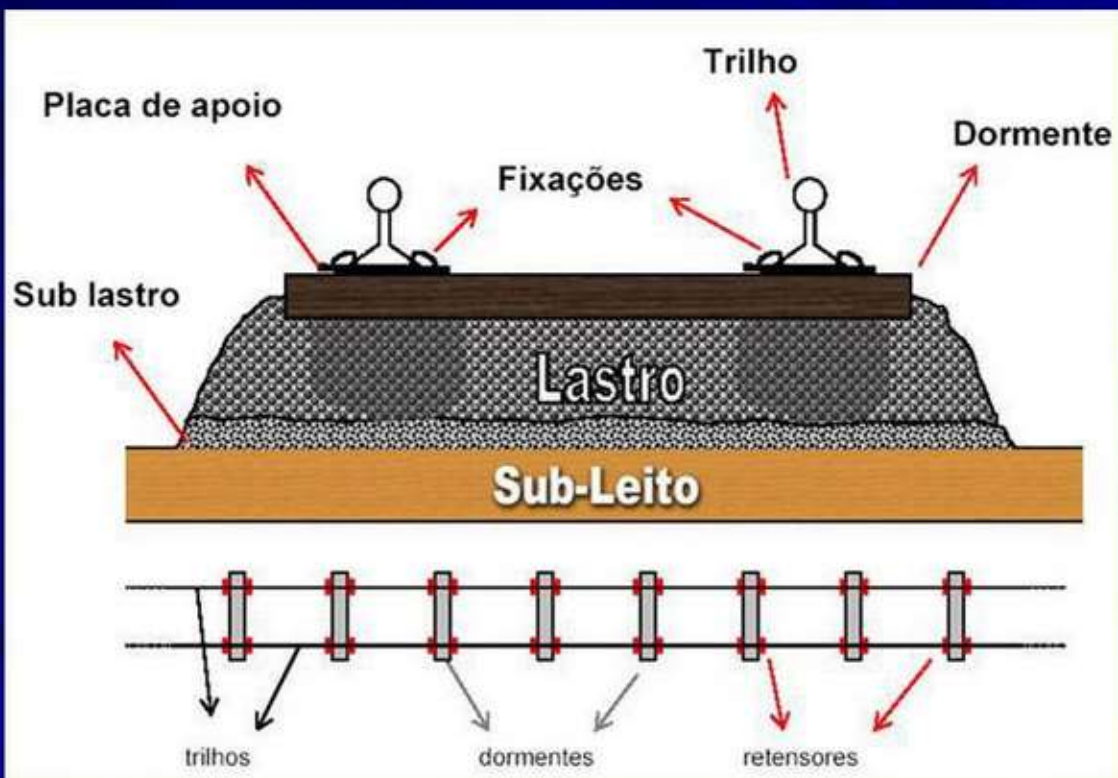
# AGREGADOS SEM LIGANTES

Lastro  
ferroviário



## VIA PERMANENTE

- Dormentes;
- Trilhos;
- Lastro;
- Sub-lastros;
- Fixações;
- OAC;
- OAE.



# AGREGADOS COM LIGANTES

## PAVIMENTO ASFÁLTICO

### Estruturas do Pavimento



Revestimento asfáltico – formado por mistura de agregados e cimento asfáltico. Recebe as cargas do tráfego e distribui para as camadas estruturantes

Camada de ligação (Binder) – formado por mistura de agregados e cimento asfáltico. Ligação entre revestimento e base.

Base – composta de materiais granulares, com ou sem aglutinante (CAP, cimento ou cal). Recebe esforços da camada superior e distribui para a sub-base.

Sub-base – composta de materiais granulares, com ou sem aglutinante com função de diminuir espessura da base e mudar a rigidez da camada.

Sub-leito – terreno natural, passível de reforço por compactação ou substituição do material para aumentar a rigidez.



# **AGREGADOS COM LIGANTES**

## **PAVIMENTO ASFÁLTICO**



## BRITA – RESERVAS E PRODUÇÃO MUNDIAIS

- Não há dados oficiais sobre as reservas mundiais de brita
- Muitos países não divulgam sua produção – atividade informal

Discriminação Países	Reservas (10 <sup>3</sup> t)	Produção (10 <sup>3</sup> t) <sup>(2)</sup>		
	2011 <sup>(1)</sup>	2010 <sup>(1)</sup>	2011 <sup>(p)</sup>	% <sup>(3)</sup>
Brasil	nd	255	268	5,1
Estados Unidos <sup>(1)</sup>	nd	1.160	1.110	-4,3
Canadá <sup>(2)</sup>	nd	148	168	13,5
Reino Unido	nd	94	nd	nd
Outros países	nd	nd	nd	nd
<b>TOTAL</b>	<b>Abundante</b>			

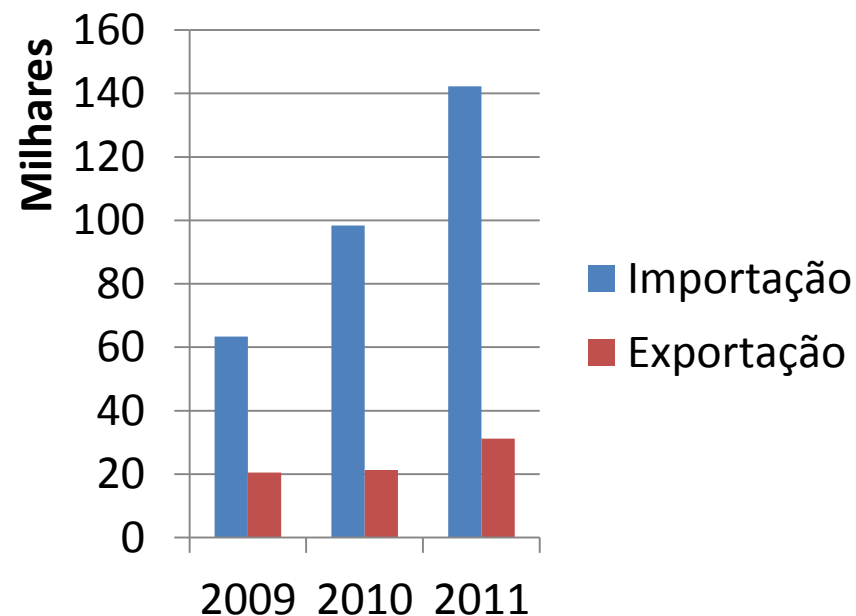
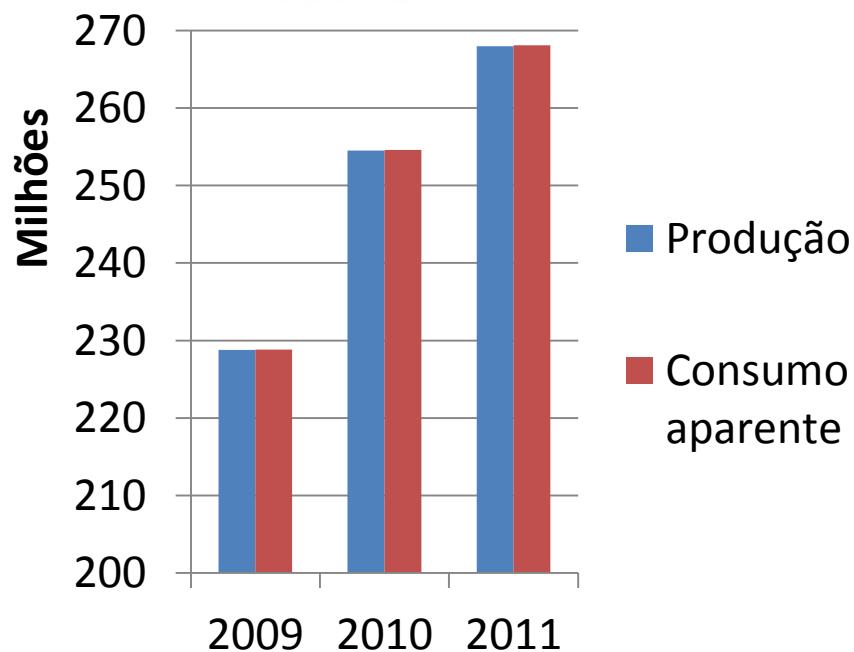
Fonte: DNPM/DIPLAM; USGS – *Mineral Commodity Summaries 2011*; BGS-*United Kingdom Minerals Yearbook* e NRCan-*Canadian Mineral Yearbook*;  
 (1) inclui calcário para cimento; (2) inclui pedras dimensionadas para a construção; (3) variação percentual entre os anos de 2011 e 2010; (r) revisado;  
 (p) dado preliminar; (nd) não disponível.

# BRITA – BALANÇA COMERCIAL

Discriminação		Unidade	2009 <sup>(p)</sup>	2010 <sup>(p)</sup>	2011 <sup>(p)</sup>
Produção <sup>(1)</sup>	Brita e Cascalho	(t)	228.788.228	254.521.000	267.987.000
Importação	Bens Primários	(t)	63.347	98.330	142.281
		(US\$-FOB)	1.434.052	3.974.802	5.254.243
Exportação	Bens Primários	(t)	20.509	21.246	31.204
		(US\$-FOB)	594.906	1.002.892	1.115.413
Consumo Aparente <sup>(2)</sup>	Brita e Cascalho	(t)	228.831.066	254.598.084	268.098.077
Preço médio <sup>(3)</sup>	Pedra Britada nº 2	(R\$/t)	47,50	51,30	54,4

Fonte: DNPM/DIPLAM (2012); MDIC (2012); IBGE (2012).

(1) Produção estimada através do consumo de cimento e de cimento asfáltico de petróleo; (2) produção + importação – exportação; (3) preços médios anuais calculados a partir da tabela de preços medianos por metro cúbico das capitais por estado da federação do IBGE (<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?t&o=14&i=P&c=2062#nota>), utilizando densidade média da brita e cascalho 1,6 m<sup>3</sup>/t; (p) dado preliminar; (r) revisado.



## **BRITA – BALANÇA COMERCIAL**

### **IMPORTAÇÃO**

- 2011
  - 142.281 toneladas
  - US\$ 5.254.243
- Turquia (48,5%), Canadá (27,1%), Suíça (11%) e Uruguai (5,6%)

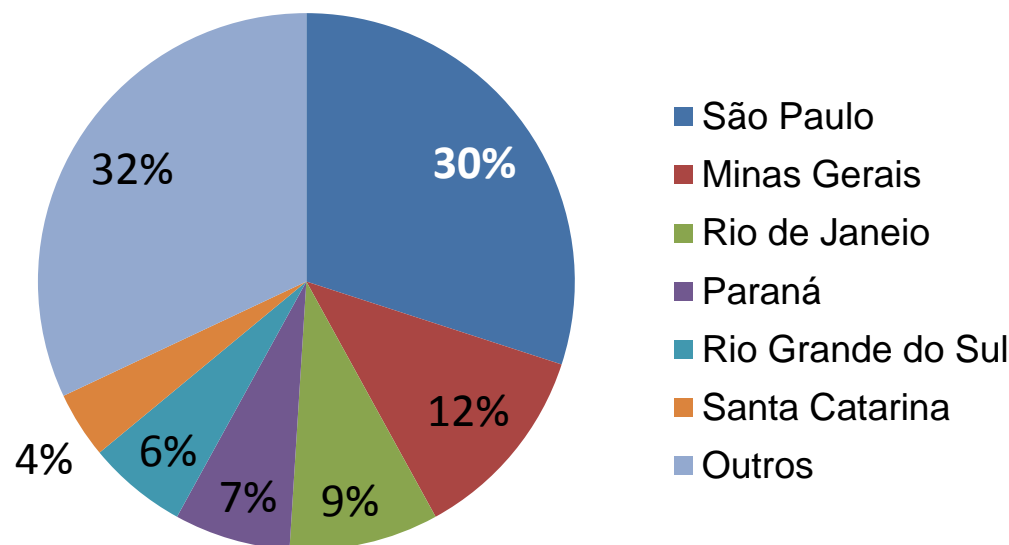
### **EXPORTAÇÃO**

- 2011
  - 31.204 toneladas de brita e cascalho
  - US\$ 1.115.413
- Bolívia (93,1%), Colômbia (6,4%), Uruguai (0,3%) e Peru (0,1%)



## BRITA – PRODUÇÃO BRASILEIRA

- Com exceção do Acre, que importa brita de estados vizinhos, todos os estados são produtores
- Aproximadamente 250 empresas que produzem pedra britada, a maioria de controle familiar
  - **60%** produzem menos de 200.000 toneladas/ano
  - **30%**, entre 200.000 toneladas/ano e 500.000 toneladas/ano
  - **10%**, mais do que 500.000 toneladas/ano.

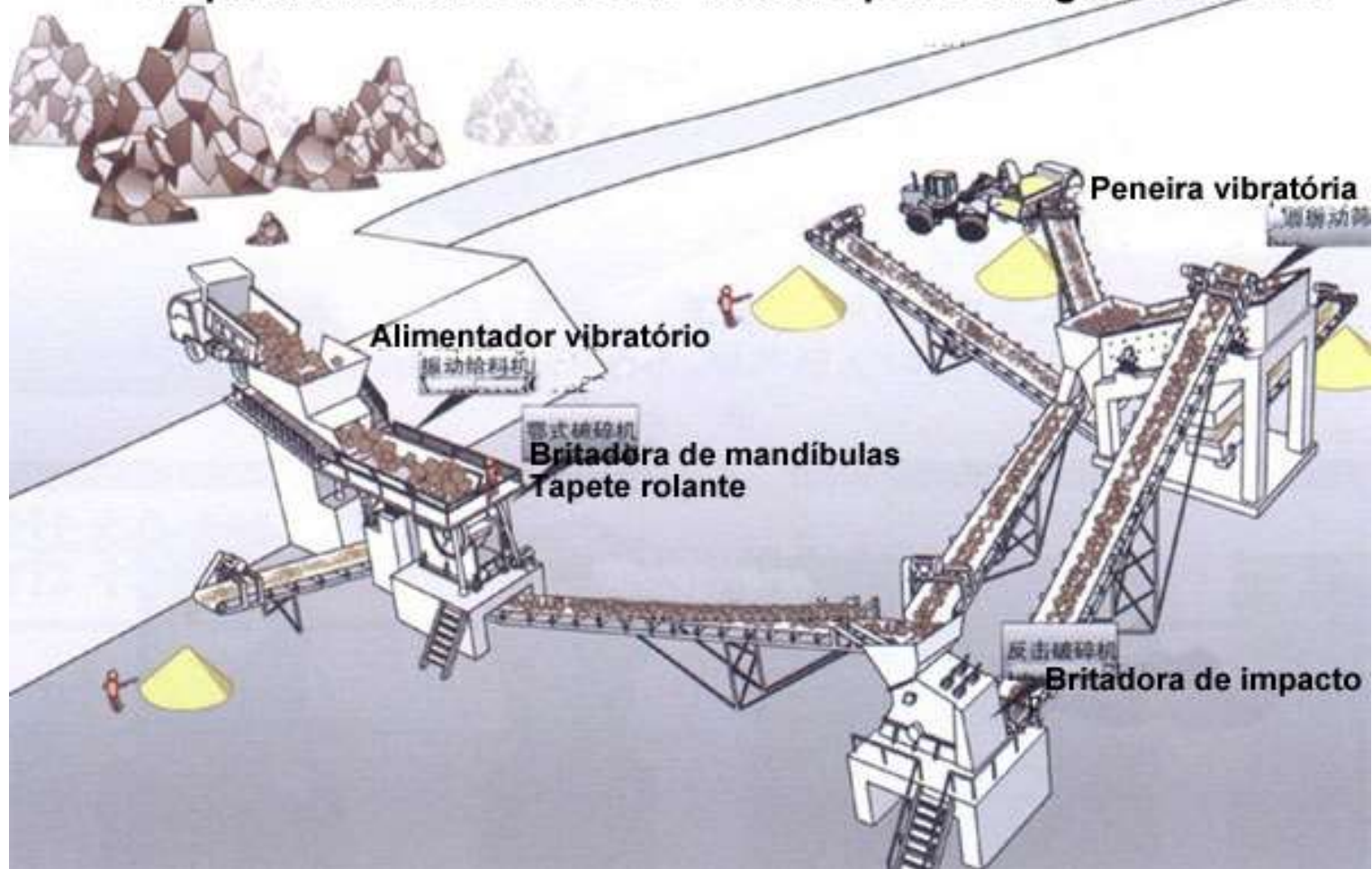


## BRITA – LINHA DE BRITAGEM

- A lavra de brita é feita a céu aberto, em meia encosta
- Desmonte (perfuração + detonação por explosivos)
  - fragmenta cada trecho das bancadas da frente de lavra
  - caso haja fragmentos maiores que 1 metro, efetua-se o desmonte secundário
- Britagem primária, secundária e terciária (às vezes quaternária), realizadas a seco ou a úmido
- Classificação por diâmetros nominais em peneiras vibratórias

## BRITA – LINHA DE BRITAGEM

Esquema de funcionamento da linha para Britagem de Pedra



# **AREIA**

## **PROPRIEDADES**

- Natural (desagregação de rochas) ou artificial
- Dimensão:  $> 0,05$  mm e  $< 4,8$  mm (miúdo)
- Praticamente todas as rochas são passíveis de resultar em areias pela desagregação mecânica.

# **AREIA – APLICAÇÕES**

## **APLICAÇÃO DEPENDE DA GRANULOMETRIA E PUREZA**

- Baixo teor de ferro
  - fabricação de vidros
  - indústria cerâmica e refratária
- Alta concentração de sílica
  - siderurgia (ligas ferro-silício)
- Maior granulometria ou mais impurezas
  - construção civil (concreto, argamassa de assentamento e revestimento, pavimentação, lastro e permeabilização de vias e pátios)
- Mais finas
  - abrasivos.



## **AREIA – PRINCIPAIS FONTES**

- Constituídas principalmente por quartzo ( $\text{SiO}_2$ )
- Praticamente todas as rochas são passíveis de resultar em areia pela desagregação mecânica.
- Mais favoráveis aquelas com altos teores de quartzo
  - esse mineral restará como resíduo após a decomposição física e/ou química
- Minerais com resistência mecânica, durabilidade
- Limite de contaminantes (para concreto):
  - torrões de argila, siltito e partículas friáveis (1 a 3%)
  - material pulverulento (1%)
  - minerais de fácil decomposição (óxidos, sulfetos e micas, fragmentos ferromagnesianos), minerais que regem mal com o cimento (calcedônia, pirita, gipsita, minerais alcalinos), matéria orgânica (0,5 a 1%)
  - baixo teor de sais solúveis

## AREIA – RESERVAS MUNDIAIS

- Não há dados oficiais sobre as reservas mundiais
- Considerada abundante

Discriminação Países	Reservas (10 <sup>3</sup> t)	Produção (10 <sup>3</sup> t)		
	2011 <sup>(r)</sup>	2010 <sup>(r)</sup>	2011 <sup>(p)</sup>	% <sup>(1)</sup>
Brasil	nd	325	347	6,7
Estados Unidos da América*	nd	760	790	3,9
Canadá*	nd	206	207	0,5
Reino Unido*	nd	62	nd	nd
Outros países	nd	nd	nd	nd
<b>TOTAL</b>	<b>Abundante</b>			

Fonte: DNPM/DIPLAM; USGS – *Mineral Commodity Summaries 2011*; BGS-*United Kingdom Minerals Yearbook* e NRCan-*Canadian Mineral Yearbook*.

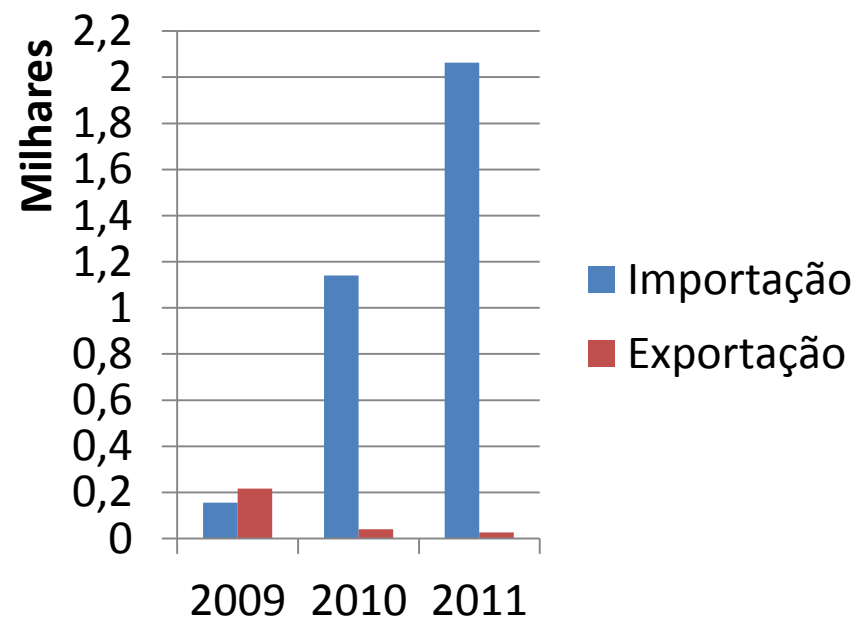
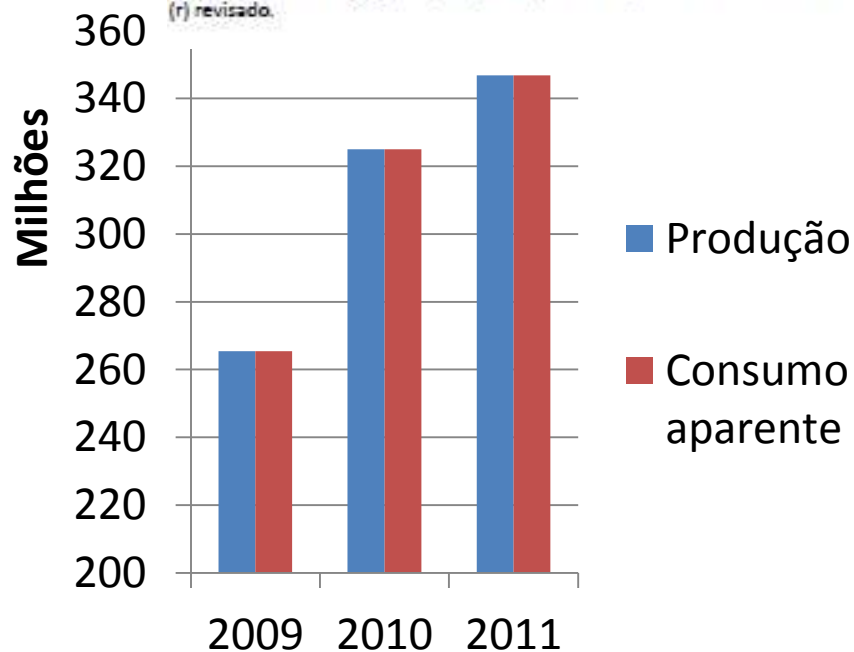
(\*) inclui cascalho; (r) revisado; (p) dado preliminar; (nd) não disponível; (1) variação percentual entre os anos de 2011 e 2010.

# AREIA – BALANÇA COMERCIAL

Discriminação		Unidade	2009 <sup>(p)</sup>	2010 <sup>(r)</sup>	2011 <sup>(p)</sup>
Produção <sup>(1)</sup>	Areia para Construção Civil	(t)	265.384.606	324.955.000	346.772.000
Importação	Bens Primários	(t)	156	1.141	2.063
		(US\$-FOB)	73.259	252.139	413.853
Exportação	Bens Primários	(t)	217	41	27
		(US\$-FOB)	112.537	17.803	16.537
Consumo Aparente <sup>(2)</sup>	Areia para Construção Civil	(t)	265.384.545	324.956.100	346.774.036
Preço médio <sup>(3)</sup>	Areia Fina	(R\$/t)	28,70	30,7	32,1
	Areia Grossa Lavada para Concreto	(R\$/t)	28,60	30,6	32,4
	Areia Média	(R\$/t)	28,60	30,5	32,2

Fonte: DNPM/DIPLAM (2012); MDIC (2012); IBGE (2012).

(1) produção estimada através do consumo de cimento e de cimento asfáltico de petróleo; (2) produção + importação – exportação; (3) preços médios anuais calculados a partir da tabela de preços medianos por metro cúbico das capitais por estado da federação do IBGE (<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=14&i=P&c=2062#nota>), utilizando densidade média da areia 1,64 m<sup>3</sup>/t; (p) dado preliminar; (r) revisado.



## **AREIA – BALANÇA COMERCIAL**

### **IMPORTAÇÃO**

- Inexpressiva
- Turquia (84,5%), Austrália (7,6%) e França (4,1%).

### **EXPORTAÇÃO**

- Também pouco significativa
- Argentina (32%), Alemanha (17,1%), Angola (16,6%) e República Dominicana (14,5%).



## AREIA – PRODUÇÃO BRASILEIRA

- Aproximadamente 2.000 empresas extraem areia no país, na maioria pequenas empresas familiares
  - 60% produzem menos de 100.000 toneladas/ano
  - 35%, entre 100.000 toneladas/ano e 300.000 toneladas/ano
  - 5%, mais do que 300.000 toneladas/ano

# AREIA – EXTRAÇÃO

## EM ENCOSTA DE MORRO

- Rocha maciça, constituída por sedimentos arenosos
- Em meia encosta de morro, a céu aberto
- Desagregação

## EM PLANÍCIES ALUVIAIS

- Retirada do excesso de umidade e de material estéril (solo, argila)
  - afloração da camada de areia
- Extração com escavadeira

## EM LEITOS DE RIO

- Dragas de sucção flutuantes
    - descarga em silos
  - Bombeamento por tubulações
- O material resultante do processo de extração é transportado ao beneficiamento e peneirado (normalmente em meio aquoso), transformando-se em areia para comercialização.

# AREIA – EXTRAÇÃO

Areia industrial: exemplo de uma jazida (SÁNCHEZ, s/d)

Parâmetro	Formação Santa Rita do Passa Quatro (%)	Formação Pirambóia Arenito Normal (%)	Formação Pirambóia Arenito Lixiviado (%)
SiO <sub>2</sub>	99,2000	99,7000	99,7700
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,3100	0,0600	0,0350
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1600	0,0370	0,0380
TiO <sub>2</sub>	0,0560	0,0270	0,0270
MnO <sub>2</sub>	0,0360	0,0050	0,0031
ZrO <sub>2</sub>	0,0097	0,0080	0,0083
CaO	Traços	Traços	traços
K <sub>2</sub> O	Traços	Traços	Traços
Na <sub>2</sub> O	Traços	Traços	Traços
P.F.	0,18	0,10	0,10

# AREIA – EXTRAÇÃO

## Areia para vidro: especificações (SÁNCHEZ, s/d)

utilização industrial	especificação química
vidro óptico	SiO <sub>2</sub> > 99,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,20% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,015% TiO <sub>2</sub> < 0,02%
vidraria de mesa em geral	SiO <sub>2</sub> > 99,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,20% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,025% TiO <sub>2</sub> < 0,02%
vasilhame branco e vidro plano	SiO <sub>2</sub> > 99,4 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,30% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,06% TiO <sub>2</sub> < 0,12%
vasilhame de cor e vidro plano	SiO <sub>2</sub> > 99,4 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,40% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,16% TiO <sub>2</sub> < 0,40%
vasilhame de cor	SiO <sub>2</sub> > 99,4 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,45% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,17% TiO <sub>2</sub> < 0,40%



# MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS – MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Unidade da Federação	Materiais e serviços	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11	out/11	nov/11	dez/11	Preço Médio 2011	Preço Médio 2010	Varição Preço Médio 2011/ 2010
Rondônia	Areia média - m³	52	50	53	54	55	55	55	55	55	50	50	50	52,8	53,96	-2,08%
	Pedra britada nº 2 - m³	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	125	129,6	127,92	1,30%
Acre	Areia média - m³	41	40	37,92	37,92	42,96	48	50	50	49,57	49,57	50	50	45,6	35,15	29,69%
	Pedra britada nº 2 - m³	170	170	181	180	180	186	183	183	185	190	190	190	182,3	160,00	13,96%
Amazonas	Areia média - m³	42,95	42,95	42,95	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40,7	41,53	-1,91%
	Pedra britada nº 2 - m³	215	215,3	198,3	198	198	198	189,5	189,5	180	173	160	150	188,7	211,52	-10,78%
Roraima	Areia média - m³	14,33	14,33	15	16,5	16,5	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,67	16,1	14,62	10,23%
	Pedra britada nº 2 - m³	115	115	115	115	117,5	117,5	120	120	117,5	117,5	115	115	116,7	115,42	1,08%
Pará	Areia média - m³	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	40	40	43,3	44,38	-2,35%
	Pedra britada nº 2 - m³	77,5	75	75	75	75	75	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	76,5	76,88	-0,54%
Amapá	Areia média - m³	40	40	40	40	40	40	42,5	42,5	62,5	62,5	67,5	70	49,0	40,00	22,40%
	Pedra britada nº 2 - m³	90	90	90	95	95	100	100	100	105	120	120	125	102,5	90,00	13,89%
Tocantins	Areia média - m³	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	52,5	54,8	51,08	7,26%
	Pedra britada nº 2 - m³	84	84	84	84,03	84,03	84,03	75	75	70	70	70	62,5	77,2	71,00	8,75%
Maranhão	Areia média - m³	73	73	70	70	70	70	70	70	70	65	65	61,5	69,0	69,13	-0,24%
	Pedra britada nº 2 - m³	125	125	135	142,5	142,37	142,37	149,82	149,82	142,42	142,42	142,42	142,42	140,1	103,63	35,22%
Piauí	Areia média - m³	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40,0	39,00	2,56%
	Pedra britada nº 2 - m³	90	90	90	95	95	95	95	95	95	90	90	90	92,5	80,42	15,03%
Ceará	Areia média - m³	30,5	30,5	30,5	30,5	32,75	31,5	31,5	31,5	31,5	32,5	32,5	32,5	31,5	30,13	4,63%
	Pedra britada nº 2 - m³	82,5	85	85	85	85	85	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	81,0	72,71	11,46%
Rio Grande do Norte	Areia média - m³	40	40	40	39,72	40	40	40	39,95	39,9	39,9	38	38	39,6	40,00	-0,94%
	Pedra britada nº 2 - m³	97	97	97	95	95	95	95	97,5	97,5	97,5	92,5	90	95,5	91,92	3,90%
Paraíba	Areia média - m³	40	40	40	40	40	40	40	40	42,5	42,5	42,5	42,5	40,8	38,33	6,52%
	Pedra britada nº 2 - m³	82,5	82,5	82,5	82,5	85	85	85	85	85	87,5	90	90	85,2	74,42	14,50%
Pernambuco	Areia média - m³	60	60	60	65	65	65	65	65	65	65	65	66	63,8	52,42	21,78%
	Pedra britada nº 2 - m³	79	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	80	75,8	71,46	6,01%
Alagoas	Areia média - m³	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	43,5	45	44,9	42,71	5,07%
	Pedra britada nº 2 - m³	96,5	96,5	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	99,2	92,63	7,06%
Sergipe	Areia média - m³	45	45	42,75	44	45	45	45	45	45	47,5	47,5	46,25	45,3	41,77	8,34%
	Pedra britada nº 2 - m³	78	77,73	72	68	60,5	60,5	60,5	60,5	59,63	59,63	52,75	53	63,6	71,95	-11,66%
Bahia	Areia média - m³	50	50	50	50	50	50	50	50	51,08	52,35	52,35	51,27	50,6	49,98	1,23%
	Pedra britada nº 2 - m³	40,6	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	41,9	39,32	6,53%
Minas Gerais	Areia média - m³	65	65	67,56	68,1	69,7	69,7	69,7	69,5	69,5	68,85	68,8	68,51	68,3	58,81	16,19%
	Pedra britada nº 2 - m³	52,86	53,91	60	60,46	60,46	60,46	60,46	60,23	60,23	60,23	60	55,9	58,8	48,95	20,05%
Espírito Santo	Areia média - m³	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	70,5	69,5	69	69	69	69	69	71,5	70,92	0,76%
	Pedra britada nº 2 - m³	54,5	54	54,5	55	51,78	51,78	51,78	51,78	51,78	52	48,5	45	51,9	56,95	-8,93%
Rio de Janeiro	Areia média - m³	65	65	62,5	62,5	65,95	65,95	68	66	65	65	65	62,5	64,9	60,99	6,35%
	Pedra britada nº 2 - m³	85	85	85	85	83,8	83,8	82,6	81,2	79,8	82,6	84,99	79,99	83,2	79,72	4,40%
São Paulo	Areia média - m³	105	105	105,45	104,2	102,3	102,3	102,4	102,3	94,7	94,7	92,35	89,95	100,1	97,65	2,46%
	Pedra britada nº 2 - m³	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	65	65	64,5	64,67	-0,26%
Paraná	Areia média - m³	60	60	60	60	60	58	57,8	57,8	57,8	57,8	58,26	59,27	58,9	59,30	-0,68%
	Pedra britada nº 2 - m³	45,5	46	46	45,5	46,54	46,54	46,54	48	48	48	48	48	46,9	45,99	1,94%
Santa Catarina	Areia média - m³	71	72	73,5	73,5	72	71	72	72	70	70	70	69	71,3	75,07	-4,98%
	Pedra britada nº 2 - m³	63,5	63,5	64	65	65	69	70	70	70	69	68	70	67,3	63,95	5,16%
Rio Grande do Sul	Areia média - m³	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42,0	39,58	6,11%
	Pedra britada nº 2 - m³	46,5	46,5	46,25	46,25	44	44	44	44	48	48	48	42	45,6	44,75	1,96%
Mato Grosso do Sul	Areia média - m³	33	33	31,8	31,8	31,8	31	31	32	32,9	33,4	33	34,8	32,5	31,25	3,87%
	Pedra britada nº 2 - m³	54,5	52,52	50,54	50,54	52,11	52,11	52,11	52,52	54,52	58,5	58,5	55,75	53,7	52,13	2,98%
Mato Grosso	Areia média - m³	38,4	42,09	43,77	43,77	42,52	44,32	44,45	44,45	44,45	41,25	41,25	41,25	42,7	37,30	14,39%
	Pedra britada nº 2 - m³	96,5	96,5	97	97,25	98,5	98,5	101	101	101	101	99,75	99,75	99,0	90,85	8,95%
Goiás	Areia média - m³	65	65	65,5	65	65	65,5	66,28	65	66,28	67,78	67,55	68	66,0	61,16	7,91%
	Pedra britada nº 2 - m³	66	66	69,8	70	69,45	69,45	69,45	69,45	69,45	69,45	68,9	66,95	68,7	58,25	17,92%
Distrito Federal	Areia média - m³	79,9	79,85	79,9	77,95	79,5	79,5	78,45	79,95	79,95	79,95	78,4	78,4	79,3	73,87	7,37%
	Pedra britada nº 2 - m³	60	60	60	62,2	61,8	65	63,5	62,5	63,3	60,8	60	61,6	61,7	60,22	2,50%

Fonte: IBGE. \*Os dados de preços incluem o valor do frete e consideram os preços no município mais populoso de cada área geográfica. Segundo estimativas do DNPM em 2009, o frete para pedra britada variou de 16% a 57% o valor do m³, dependendo do estado.



# OUTROS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO



**Casas de pau-a-pique**

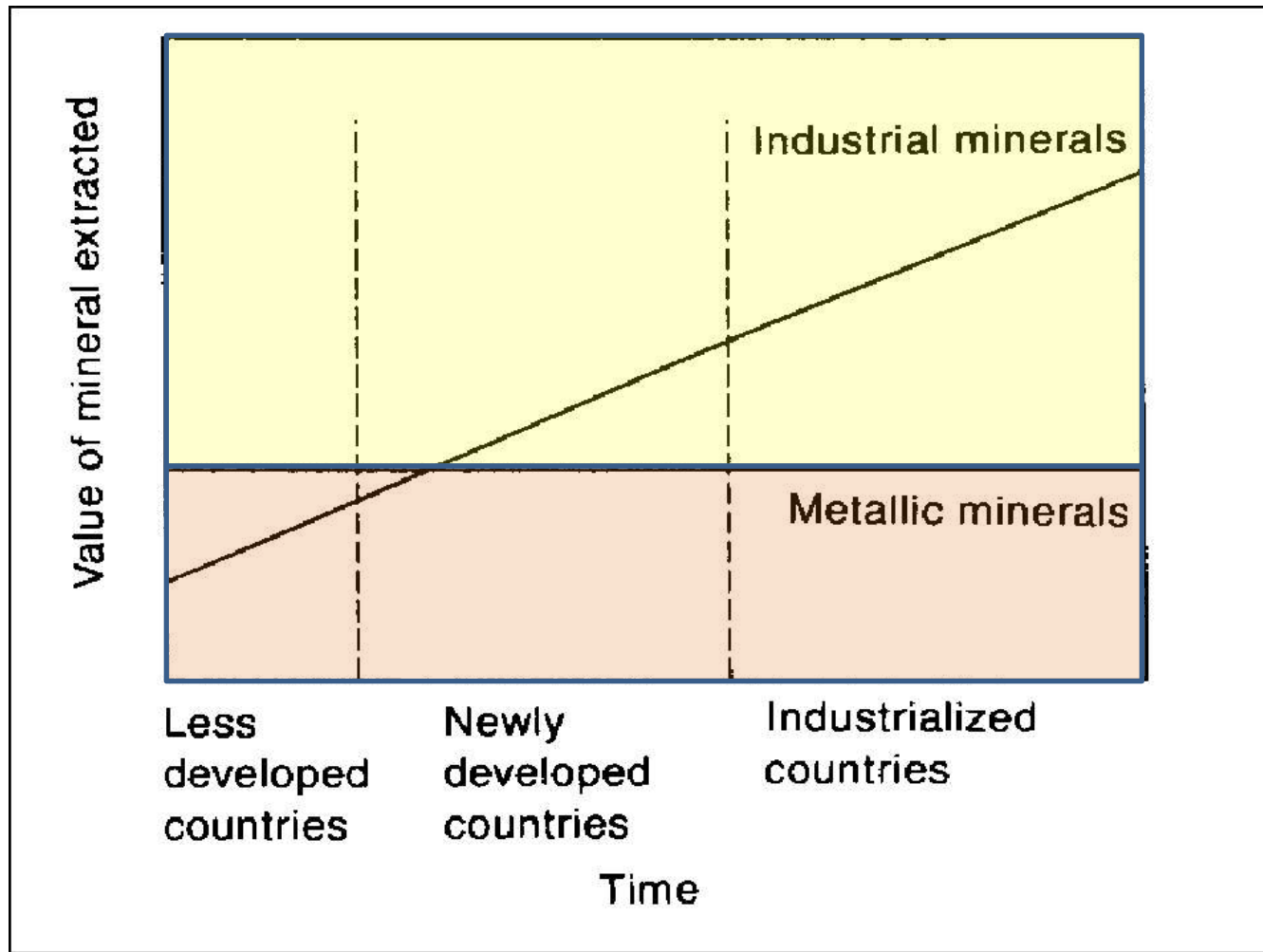
# ADOBE



Pequeno bloco semelhante ao tijolo, preparado com argila crua, seca ao sol, e que também é feito misturado com palha, para se tornar mais resistente



## CONUMO APARENTE



Quando o valor dos bens minerais não-metálicos ultrapassa o dos metálicos na economia de um país.



# RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



## BIBLIOGRAFIA

- <http://anepac.org.br/wp/agregados/areia/>
- <http://anepac.org.br/wp/agregados/brita/>
- <http://grupohobi.com.br/mineracao/>
- [http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados\\_minerais\\_propiedades\\_aplicabilidade\\_ocorrencias.pdf](http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados_minerais_propiedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf)
- [http://www.senado.gov.br/comissoes/cae/ap/AP\\_20070910\\_ANEPAC\\_Mineral.pdf](http://www.senado.gov.br/comissoes/cae/ap/AP_20070910_ANEPAC_Mineral.pdf)
- SÁNCHEZ, L. E. **Minerais Industriais 1 – Agregados**. Apresentação. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SÁNCHEZ, L. E. **Minerais Industriais 2 – Brita**. Apresentação. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
- SÁNCHEZ, L. E. **Minerais Industriais 3 – Areia de construção civil**. Apresentação. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
- DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral): **Sumário Mineral 2012**. Brasília, 2012, volume 32, 136p.