

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

MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS

RECURSOS MINERAIS FERROSOS - MANGANÊS



ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

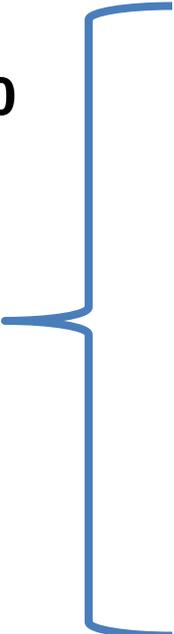
RECURSOS MINERAIS FERROSOS - MANGANÊS

- Características
- Propriedades
- Aplicações e relevância
- Principais minerais de manganês
- Reservas brasileiras
- Exportação, importação e panorama do Brasil do mercado global
- Projetos em andamento, localização das minas, empresas, teor do minério
- Lavra e beneficiamento

CARACTERÍSTICAS DO MANGANÊS

- O termo Manganês vem do Latim “magnes” e significa magnético, devido a sua semelhança com o cromo e o ferro
- **16º elemento mais abundante** da crosta (clarke: 0,09%)
- Depósitos de formados em diversos períodos geológicos

**Existem mais de 160
minerais**

- 
- Manganosita
 - Jacobisita
 - Hausmannita
 - Marroquita
 - Criptomelano
 - Hollandita
 - Psilomolana
 - Ramsdellita
 - Pirocroíta
 - Braunita
 - Rodocrosita
 - Manganita
 - Rodonita
 - Pirolusita
 - Espessartita

PROPRIEDADES DO MANGANÊS

- Número atômico 25 (Metal de transição 7B)
- Massa atômica 54,938045(5) u
- Sólido em temperatura ambiente
- Estrutura cristalina CCC
- Coloração cinzento-prateado
- Metal **duro** e muito **quebradiço**
- densidade **7,21 a 7,40 g/cm³**
- ponto de fusão 1.244°C
- ponto de ebulição 1.962°C



Mineração Buritirama

APLICAÇÕES E RELEVÂNCIA DO MANGANÊS

- **Fabricação de ligas de ferro e do aço (85 a 90 % da demanda)**, devido às suas propriedades como fixador de enxofre, desoxidante
- Ligas com o alumínio no qual uma quantidade aproximada de **1,5%** aumenta a resistência à corrosão, devido a formação de grãos que absorvem impurezas
- Reduz octanagem da gasolina
- Pilhas e baterias
- Pigmento usado na coloração de cerâmicas e vidros

PRINCIPAIS MINERAIS DE MANGANÊS

- **12º** elemento mais abundante da Terra
- O elemento não é encontrado na forma pura, mas faz parte da composição de mais de **160 minerais** sendo os principais a **pirolusita** (MnO_2) e a **rodocrosita** (MnCO_3)
- Os minérios, segundo teor de Mn contido, estão assim divididos:
 1. Minério de manganês: $\text{Mn} > 35\%$
 2. Minério ferruginoso: $10\% < \text{Mn} < 35\%$
 3. Minério de ferro manganesífero: $5\% < \text{Mn} < 10\%$

PRINCIPAIS MINERAIS DE MANGANÊS

Pirolusita (MnO_2)

- Composição - Óxido de Manganês. 63,2% de Mn, 36,8% de O
- Dureza – 2 – 2,5
- Densidade relativa - 4,7 – 4,9
- Brilho – Metálico
- Cor - Marrom, cinza, preto, azul



PRINCIPAIS MINERAIS DE MANGANÊS

Rodocrosita (MnCO_3)

- Composição - Carbonato de manganês. 61,7% MnO , 38,3% CO_2
- Dureza – 3,5 – 4,0
- Densidade relativa – 3,5 – 3,6
- Brilho – Vítreo
- Cor – rósea e Castanho escuro



RESERVAS MUNDIAIS DE MANGANÊS

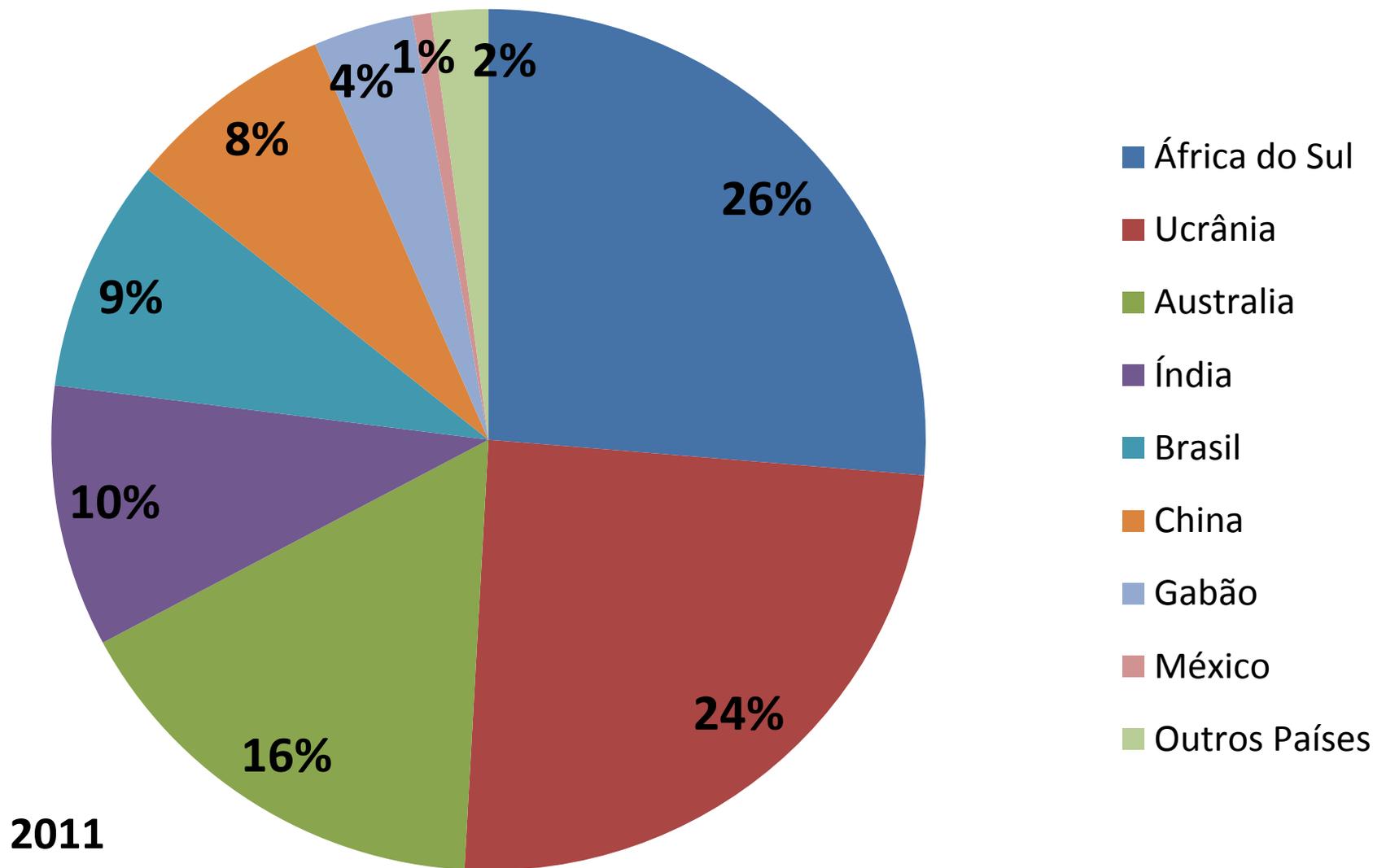
Países	2008	2009	2010	2011
África do Sul	4.000.000	130.000	120.000	150.000
Ucrânia	520.000	140.000	140.000	140.000
Austrália	160.000	87.000	93.000	93.000
Índia	150.000	56.000	56.000	56.000
Brasil	59.000	60.000	50.000	50.000
China	100.000	40.000	44.000	44.000
Gabão	90.000	52.000	52.000	21.000
México	8.000	4.000	4.000	4.000
Outros Países	115.000	2.000	11.000	12.000
TOTAL	5.202.000	571.000	570.000	570.000

Em 2009 houve uma grande mudança no quadro.

Tal fato ocorreu devido ao processo de reavaliação das reservas mundiais.

em 10³ toneladas

RESERVAS MUNDIAIS DE MANGANÊS

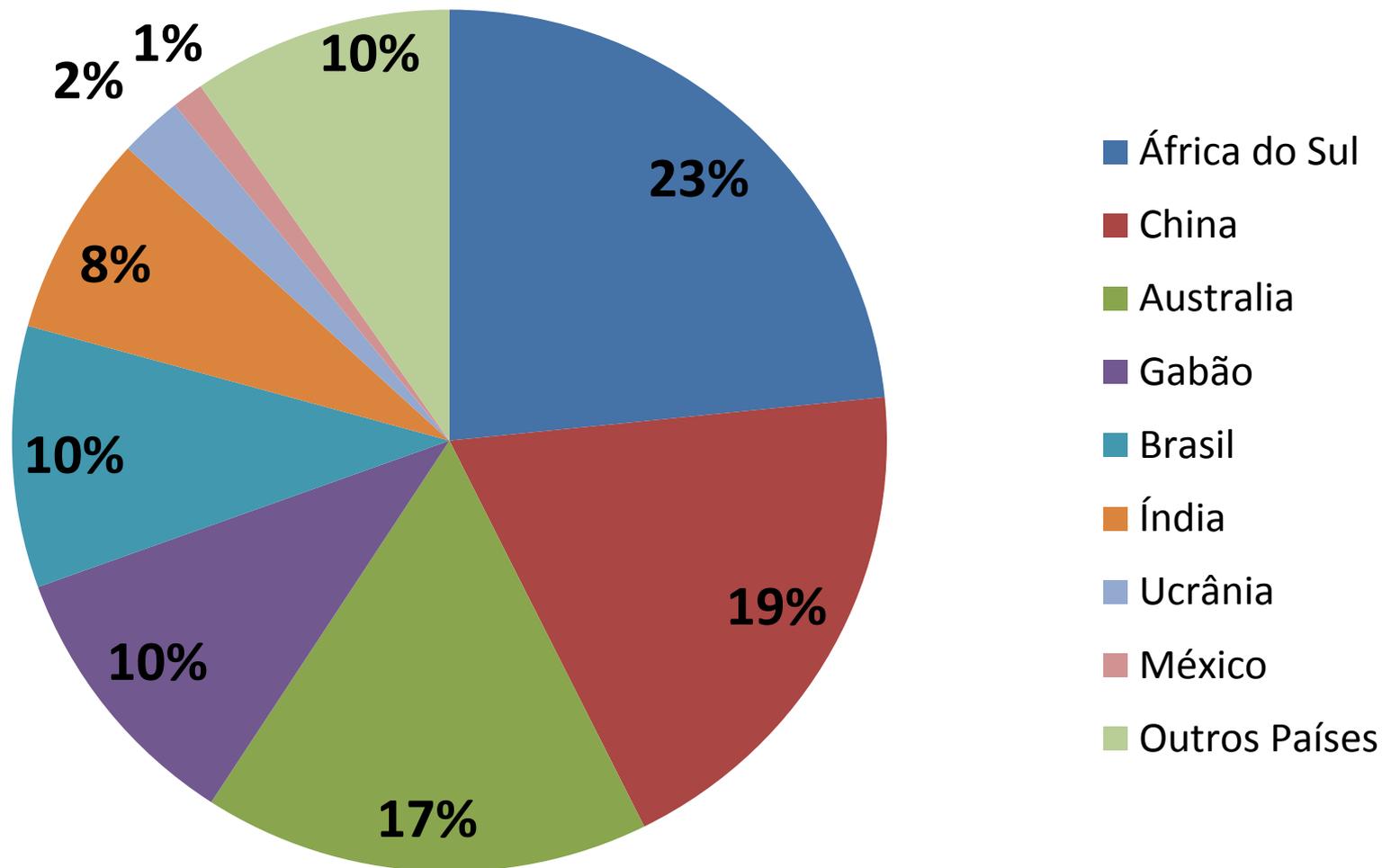


PRODUÇÃO MUNDIAL DE MANGANÊS

Países	2006	2007	2008	2009	2010	2011
África do Sul	2.300	2.300	2.900	1.300	2.900	3.400
China	1.600	1.600	2.200	2.400	2.600	2.800
Austrália	1.370	1.000	2.320	1.600	3.100	2.400
Gabão	1.350	1.550	1.600	810	1.420	1.500
Brasil	3.128	1.866	3.200	2.350	1.223	1.426
Índia	811	650	960	960	1000	1.100
Ucrânia	820	820	490	310	540	340
México	133	130	170	94	175	170
Outros Países	1.360	1.360	1.310	1.200	1.340	1.400
TOTAL	12.872	11.276	15.150	11.024	14.298	14.536

em 10³ toneladas

PRODUÇÃO MUNDIAL DE MANGANÊS



2011

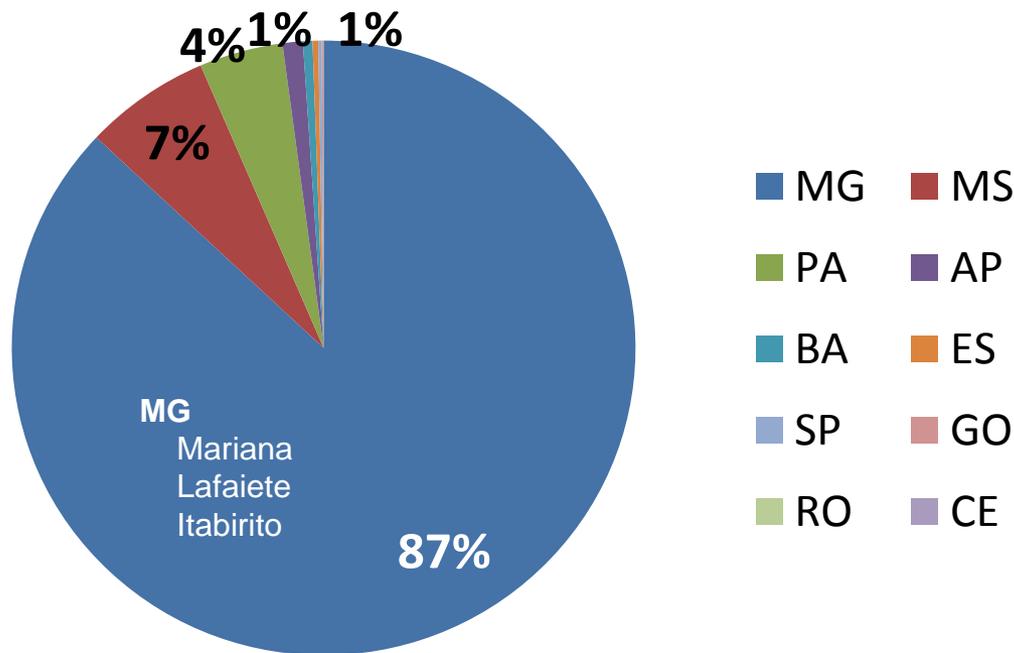
RESERVAS BRASILEIRAS DE MANGANÊS

UF	MINÉRIO	MEDIDA CONTIDO	TEOR Mn (%)	INDICADA	TOTAL
MG	23.274,92	8.553,53	36,75	27.836,59	51.111,52
MS	2.913,07	1.499,94	51,49	932,74	3.845,81
PA	2.413,18	829,17	34,36	134,26	2.547,44
AP	428,55	140,01	32,67	189,25	617,80
BA	133,36	73,58	55,17	157,73	291,10
ES	172,98	57,17	33,05	-	172,98
SP	54,45	14,99	27,53	46,52	100,96
GO	39,82	14,98	37,62	5,17	44,99
RO	5,17	2,74	53	2,51	7,67
CE	4,19	1,13	27	2,54	6,74
TOTAL	29.439,70	11.187,24	-	29.307,30	58.747,00

em 10³ toneladas

Dados de 2008

RESERVAS BRASILEIRAS DE MANGANÊS



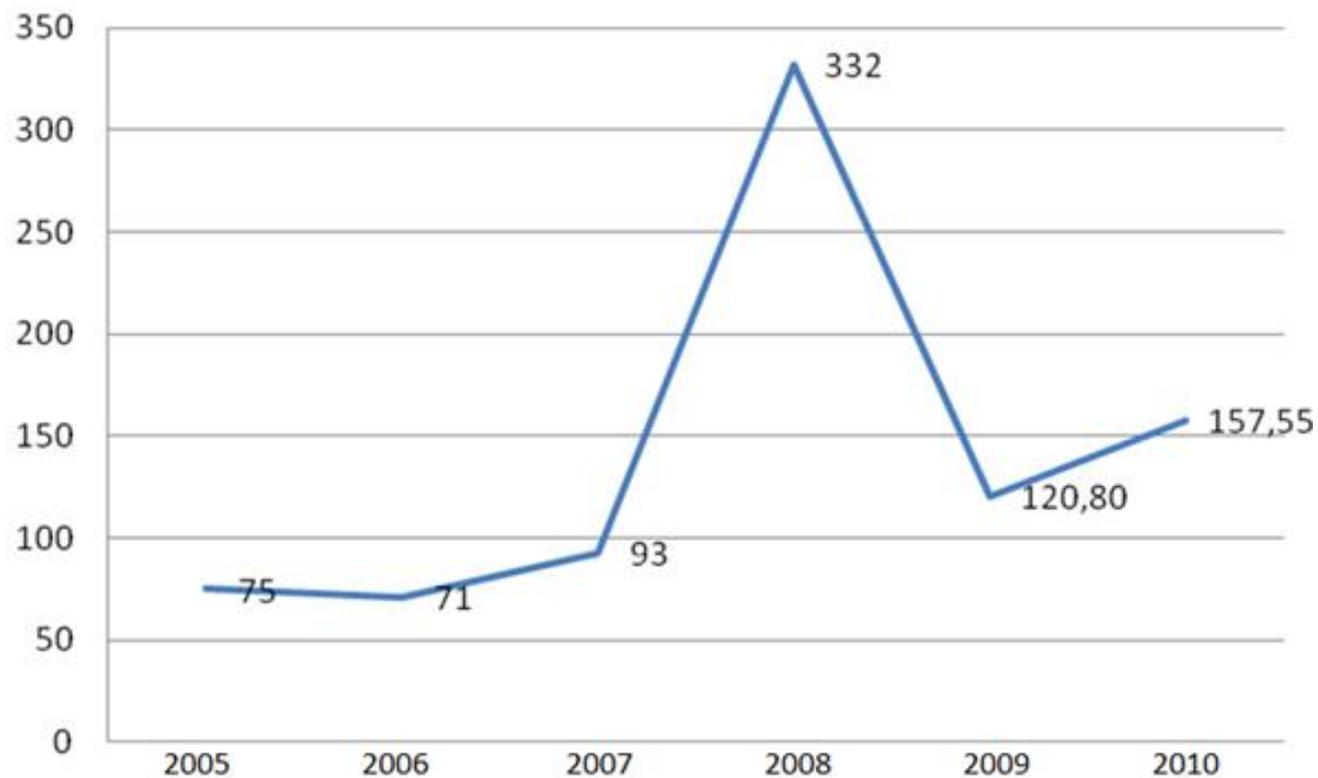
EMPRESAS	ESTADO	PARTICIPAÇÃO %
RIO DOCE MINERAÇÃO S/A	BA, MG, PA	65,5
URUCUM MINERAÇÃO S/A	MS	15,9
MINERAÇÃO BURITIRAMA S/A	PA	14,7
SOC. BRASILEIRA MIN. SANTA BÁRBARA	MG	0,7
MINERAÇÃO PEDRA MENINA LTDA	MG	0,7
EXTRAÇÃO MINÉRIOS SERRA DA MOEDA	MG	0,7
TRATEX MINERAÇÃO LTDA	MG	0,7
EMPRESA CONTINENTAL DE MINÉRIOS LTDA	MG	0,2
PONTO VERDE MINERAÇÃO LTDA	MG	0,2
HERCULANO MINERAÇÃO LTDA	MG	0,1

BALANÇA COMERCIAL DO MANGANÊS

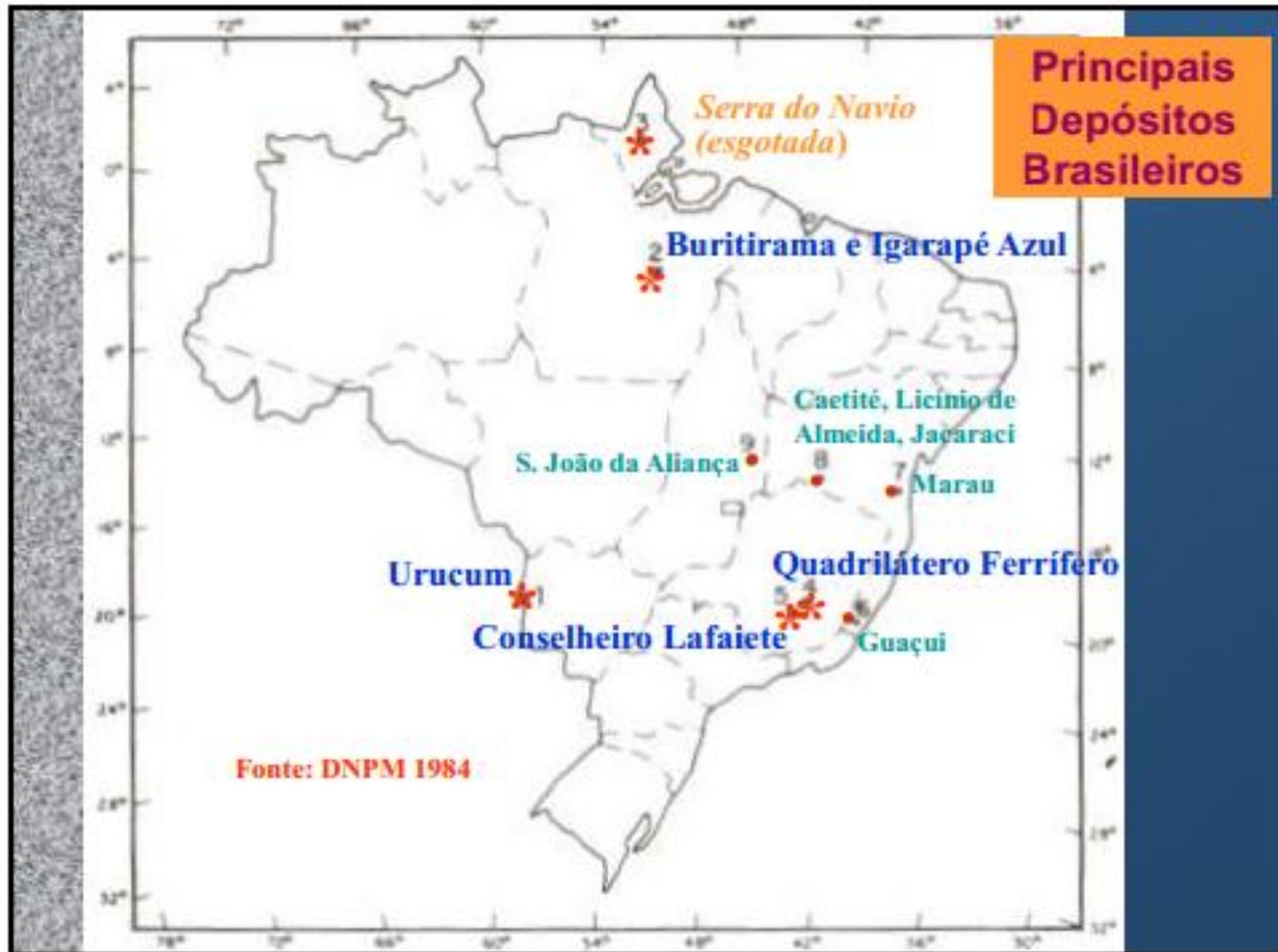
ano	Importação		Exportação		
	milhões	mil ton	milhões	milhões ton	
2011	US\$ 191	112	US\$ 532	2,1	
2010	US\$ 147	93	US\$ 530	2,4	
2009	US\$ 76,1	-	US\$ 188	1,6	crise internacional
2008	US\$ 190	122	US\$ 915,45	2,3	suprimento global apertado
2007	US\$ 48	356	US\$ 111	1,2	
2006	US\$ 102	119	US\$ 175	1,4	

PREÇO DO MANGANÊS

Cotação média (U\$S FOB/Toneladas):



Fonte: MDIC



As principais produtoras são a Vale (PA, MS, BA, MG) e a Mineração Buritirama (PA)

PRINCIPAIS PRODUTOS

- Os produtos de manganês são classificados de acordo com as suas utilizações comerciais. Assim, são conhecidos três tipos principais de produtos: **grau metalúrgico**, **grau bateria** e **grau químico**, cujo uso depende do teor de manganês no produto.
- **Produto tipo Metalúrgico:** Este produto contém uma concentração que varia de 38 a 5% de manganês.
- **Grau Bateria:** Concentrações similares àquelas aplicadas ao tipo metalúrgico, isto é, entre 45% e 5% de Mn.
- **Grau químico:** Os concentrados de manganês do tipo químico possuem o menor teor (35%).

PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico

1. Lump
2. Sinter Feed
3. Medium Coarse Lump

Dióxido de Manganês

1. Battery Grade I
2. Battery Grade II

Químico

1. Teor Químico
2. Teor Químico Especial

PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico: LUMP

Granulação: 97% < 75mm, 6% < 6,35mm

Teores

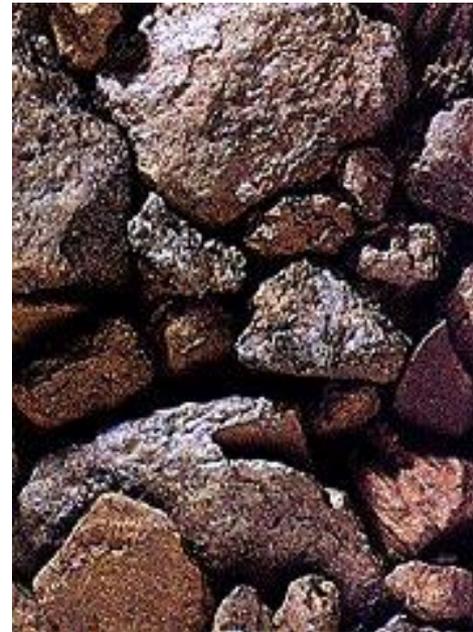
Mn: 45%

Fe: 4,70%

SiO₂: 2,60%

Al₂O₃: 8,60%

Umidade: 11%



PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico: SINTER FEED

Granulação: 0,15 a 6,35 mm

Teores

Mn: 43,8%

Fe: 5,40%

SiO₂: 3,50%

Al₂O₃: 9,60%

Umidade: 13,5%



PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico: MEDIUM COARSE LUMP

Granulação: 4 a 9,5 mm

Teores

Mn: 45,0%

Fe: 5,30%

SiO₂: 2,70%

Al₂O₃: 8,70%

Umidade: 13,5%



PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico: BATTERY GRADE I - MnO₂

Granulação: <0,074 mm (200#)

Teores

MnO₂: 81,0%

Mn: 53,8%

Fe: 2,70%



PRODUTOS COMERCIALIZADOS

Manganês Metalúrgico: BATTERY GRADE II - MnO₂

Granulação: <0,074 mm (200#)

Teores

MnO₂: 79,0%

Mn: 53,0%

Fe: 3,0%



DEPÓSITOS DE MANGANÊS

- **Depósitos Sedimentares** (*geralmente associados a formações ferríferas bandadas, enriquecidas posteriormente por processos intempéricos em ambientes deposicionais*)
- **Depósitos Vulcanogenéticos** (*processos vulcânicos ou de lixiviação de lavas marinhas, pequena porção dos depósitos Mn*)
- **Depósitos de Enriquecimento Supergênico** (*enriquecimento na sub-superfície por hidrólise (dissolução minerais por água) ou acidificação (por ácidos) (ex. depósitos Cu porfiríticos)*)

Baixos Teores

Sedimentares, sem intemperização, teores entre 25-30%, Abundantes na Ucrânia, Brasil (Urucum)

Altos Teores

Os protominérios sofrem intemperização e laterização, teores acima de 50%. Carajás, Serra do Navio

LAVRA DE MINÉRIO DE MANGANÊS

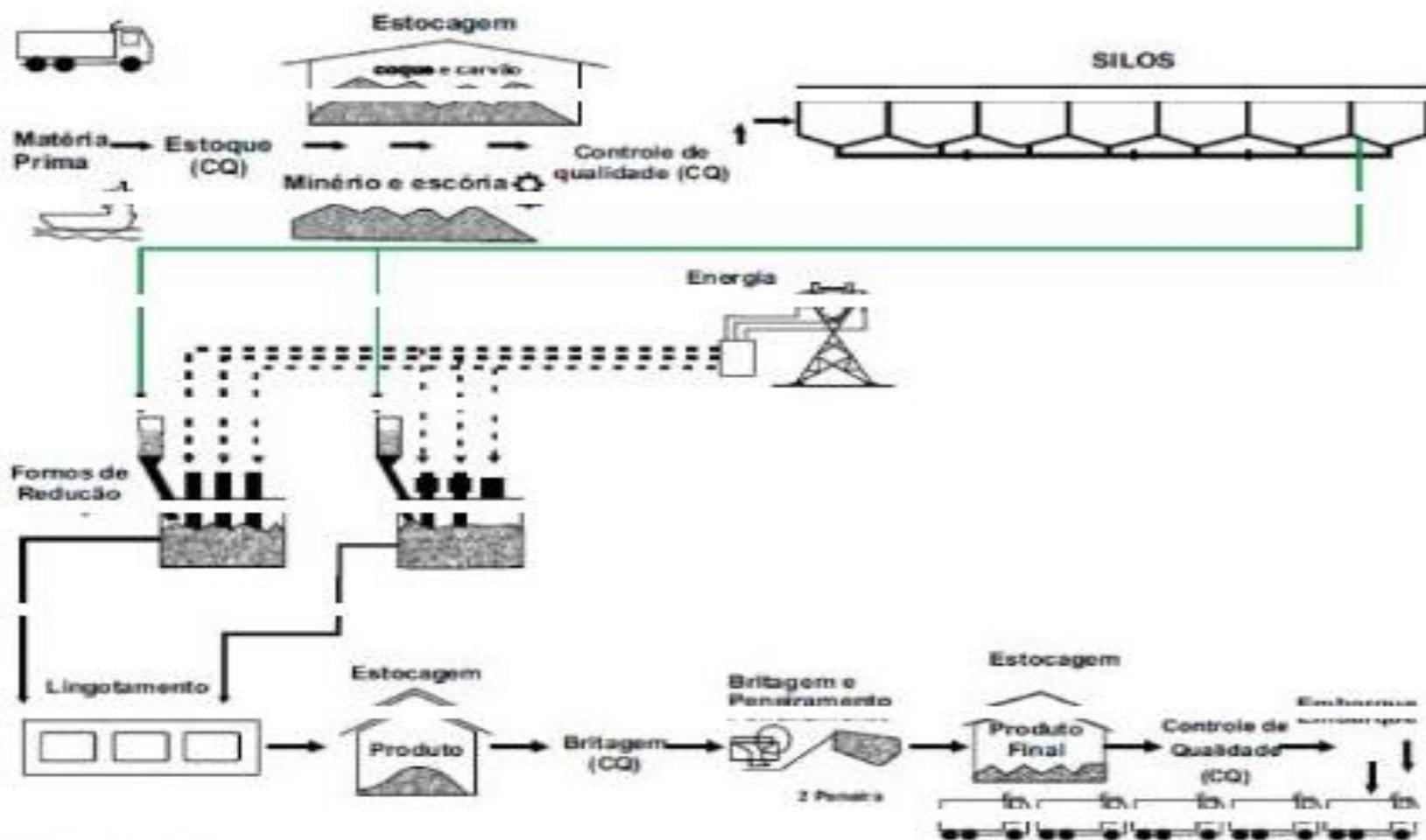
- O minério de manganês se forma a partir de protominérios originados em ambientes sedimentares marinhos ou lagunares, tanto por precipitação química quanto por deposição elástica.
- A maioria dos minérios de manganês lavrados é de origem **sedimentar**.
- Os depósitos podem ser lavrados a céu aberto, com auxílio de escavadeira mecânica, rippers, draglines ou outros equipamentos, freqüentemente sem a utilização de explosivos.

BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE MANGANÊS

- Devido à diversidade e complexidade inerentes à formação dos minérios de manganês, as impurezas associadas ao minério podem ser classificadas em:
 1. Metálicas: ferro, chumbo, zinco, níquel, cobre, cobalto, arsênio e minerais de prata;
 2. Não-metálicas: enxofre, fósforo, álcalis e minerais alcalino terrosos;
 3. Gangas – sílicas e alumina;
 4. Voláteis – água, dióxido de carbono e material orgânico.
- Não há, para os minérios de manganês um processo singular de concentração aplicável, pelo menos para a maioria deles.

BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO DE MANGANÊS

PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DO MANGANÊS



PROJETOS EM ANDAMENTO E/OU PREVISTOS

- A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) está realizando o mapeamento geológico básico em águas profundas fora dos limites de sua plataforma continental, na região denominada Elevação do Rio Grande distante cerca de 1.500 km da costa brasileira. Esta região fica mais distante que o pré-sal, localizada no Oceano Atlântico Sul e as primeiras pesquisas indicam ocorrências de metais, tais como cobalto, cobre, níquel, manganês, ouro e terras raras

PRINCIPAIS REFERENCIAS

- <http://www.brasilecola.com/brasil/principais-areas-produtoras-minerio.htm>
- <http://www.ibram.org.br/>
- <http://www.dnpm.gov.br/>
- <http://www.ebah.com.br/content/ABAAe9UAAB/minerio-manganes>
- <http://www.rc.unesp.br/>