

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

MATÉRIAS-PRIMAS MINERAIS

RECURSOS MINERAIS FERROSOS - CROMO



PROPRIEDADES DO CROMO (CR)

- N° atômico 24, massa atômica 51,996
- Sólido em temperatura ambiente
- Metal de transição duro, frágil, de coloração cinza
- Resistente à corrosão

CROMITA – DEPÓSITOS MINERAIS

A Cromita (FeCr_2O_4) é o único mineral de cromo:

- Dureza: 5,5
- Densidade relativa: 4,3-4,6
- Cor: Preto a cinza-amarelado e cinza em luz refletida
- $\text{FeCr}_2\text{O}_4 \rightarrow 32,1\%$ de FeO e $67,9\%$ de Cr_2O_3 (**Mg, Fe, Al** podem ocorrer em substituição ao Cr)
- Pertencente ao grupo dos espinélios $(\text{Mg,Fe})(\text{Cr,Al,Fe})_2\text{O}_4$, que são minerais que cristalizam no sistema cúbico, com hábito octaédrico
- Ocorrência - Ocorre em rochas ígneas básicas (baixo teor de sílica) a ultrabásicas/ultramáficas (<45% sílica) ou correspondentes metamórficos dessas rocha

APLICAÇÕES

- 60% metalurgia (ligas), 25% refratários, 15% indústria química
- Cromo metálico é aplicado no enobrecimento de aços e de diversas classes de ferro fundido: Também é usada como material refratário, pigmentos em tintas, na fabricação de cromatos:
 - **Promove o aumento da resistência à corrosão em metais**
 - Por apresentar alto ponto de fusão e resistividade térmica, o cromo é utilizado em materiais refratários que precisam dessas propriedades

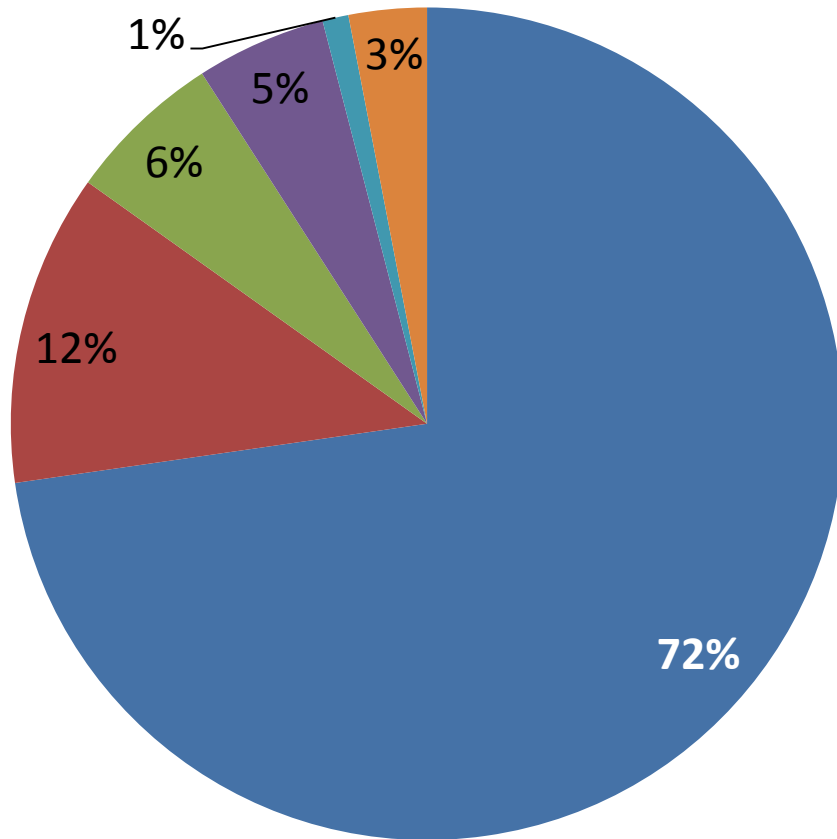
PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- Metalurgia: Especialmente em ligas metálicas, como o aço inoxidável
- Refratários: Materiais com resistência a altas temperaturas, como alto-fornos
- Química: Corantes, catalisadores, ácido crômico.

INDÚSTRIA DO CROMO

- Por ter larga aplicação na siderurgia, tem conotação estratégica
- Não é observada uma verticalização notável na indústria do Cromo.
- O Cr é negociado em bolsa e o preço base é geralmente definido na LME (bolsa de metais da Londres)

RESERVAS MUNDIAIS DE CROMO (2010)



■ África do Sul ■ Zimbábue ■ Rússia
■ Cazaquistão ■ Índia ■ Outros

País	Reservas (milhões de toneladas)
África do Sul	5.500
Zimbábue	930
Rússia	460
Cazaquistão	410
Índia	67
Outros	193

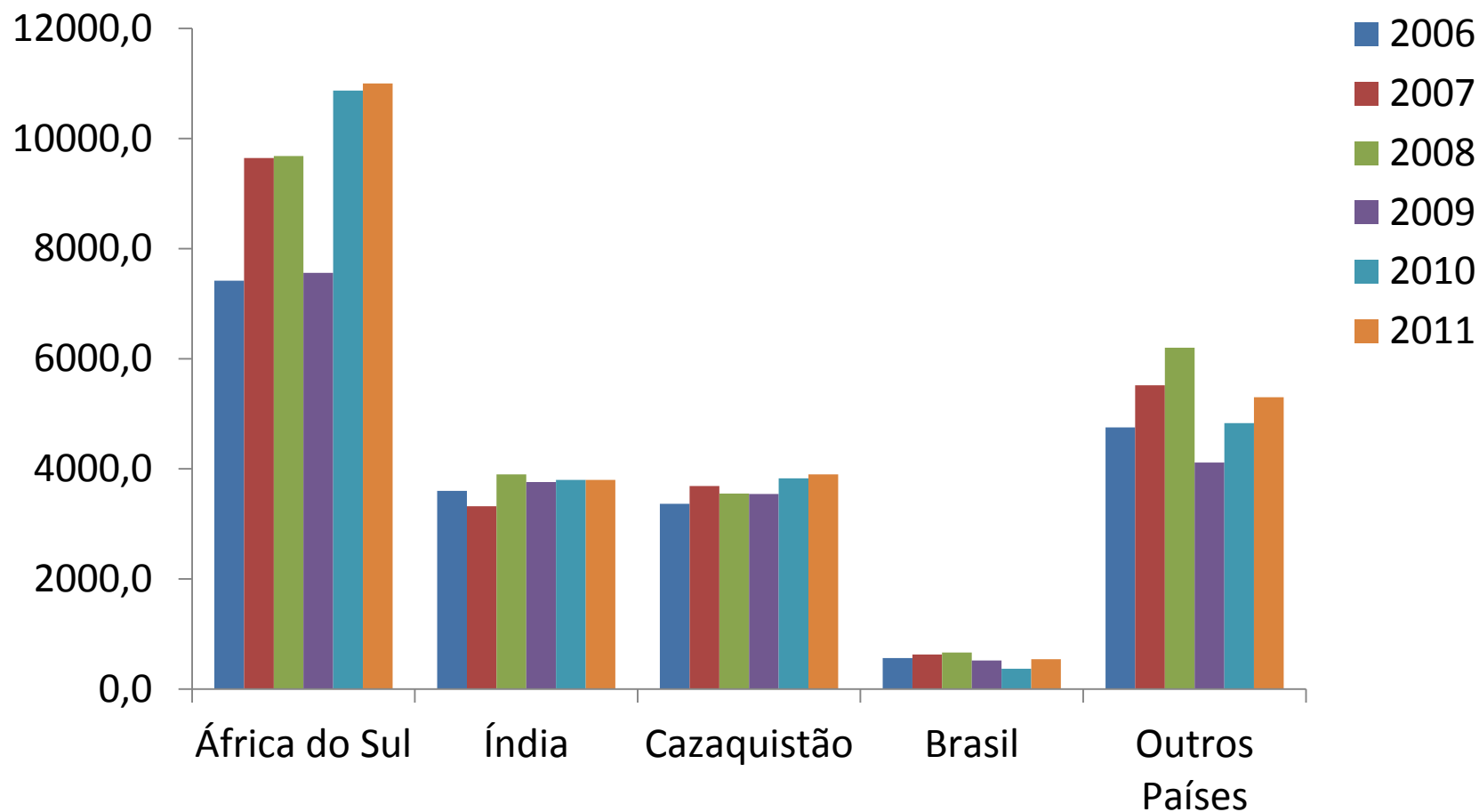
PRODUÇÃO MUNDIAL DE CROMO

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
África do Sul	7.418,3	9.646,5	9.682,6	7.560,9	10.871,0	11.000,0
Cazaquistão	3.366,0	3.687,2	3.552,0	3.544,0	3.829,0	3.900,0
Índia	3.600,4	3.320,0	3.900,0	3.760,0	3.800,0	3.800,0
Brasil	562,7	627,7	664,3	365,2	520,1	542,0
Outros países	4.750,5	5.516,0	6.199,0	4.267,8	4.827,9	5.300,0

em 10³ toneladas

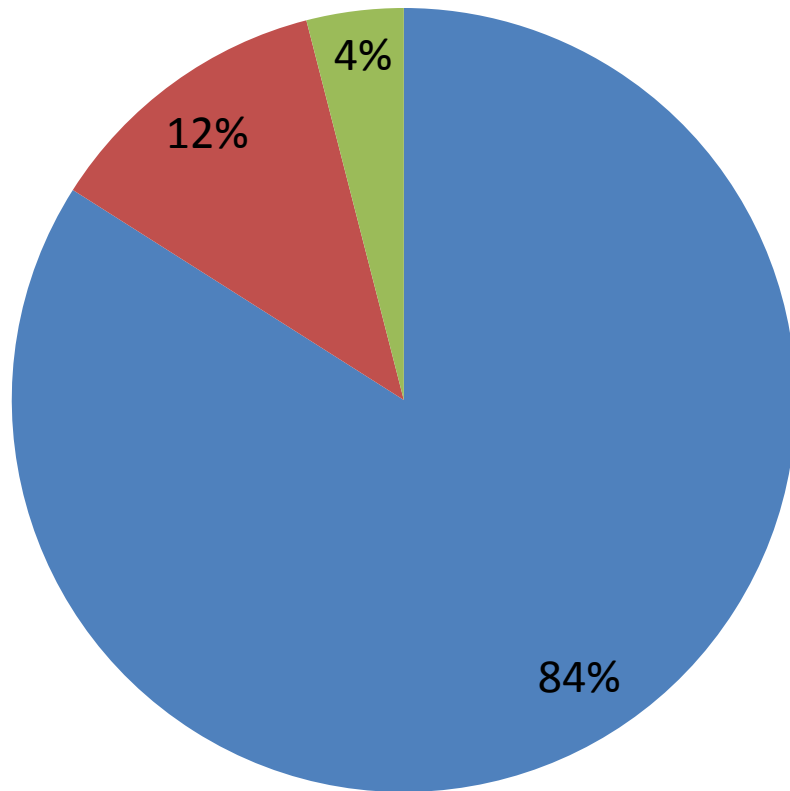
O Brasil é o **único produtor de Cr no continente americano**, cerca de 2% da produção mundial de cromita.

PRODUÇÃO MUNDIAL DE CROMO

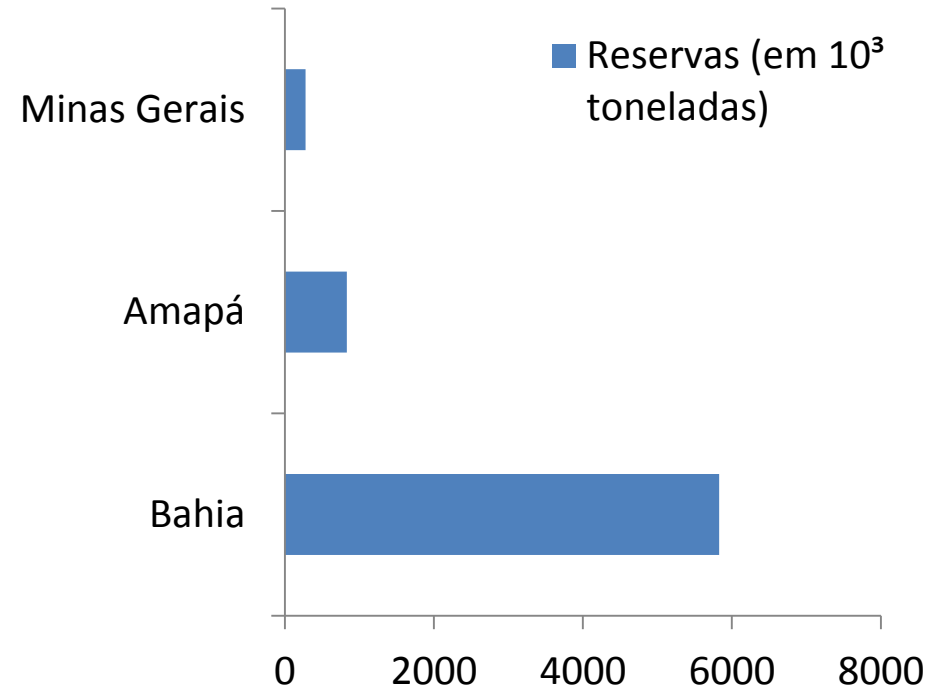


O Brasil é o **único produtor de Cr no continente americano**, cerca de 2% da produção mundial de cromita.

RESERVAS BRASILEIRAS DE CR (2010)



- Bahia
- Amapá
- Minas Gerais



RESERVAS BRASILEIRAS MEDIDAS (2006)

	Minério (10 ³ t)	Contido (10 ³ t)
Amapá	4310,0	1467,3
Mazagão	4310,0	1467,3
Bahia	13840,1	4225,7
Andorinha	3761,6	1422,6
Campo Formoso	7416,8	1968,7
Monte Santo	47,7	17,6
Piritiba	287,5	64,7
Santaluz	1890,6	90,1
Minas Gerais	879,9	284,0
Alvoradas de Minas	872,3	280,9
Piui	7,6	3,1

VERTICALIZAÇÃO

- Não é observada uma verticalização notável na indústria do cromo
- O Cromo é negociado em bolsa e o preço base é geralmente definido na LME (bolsa de metais de Londres)

PRODUÇÃO BRASILEIRA (2010)

Bahia – 82,34%

Principais empresas:

- Ferbasa S/A: 78,07% (428.250,90t com 38,86% de Cr_2O_3)
- Magnesita S/A: 4,26% (22.168t com 42,88% de Cr_2O_3)

Amapá – 17,66%

Única empresa mineradora:

- Mineração Vila Nova Ltda (91.878t, com 100*% de Cr_2O_3)

*Obs: Teor duvidoso (Usual entre 40 e 50%)

PRODUÇÃO BRASILEIRA (2011)

- A produção brasileira de cromita em 2011 atingiu 542.512 t (217.198 t de Cr_2O_3 contido).
- A Bahia (**93% na produção**), produziu 504.677 t, nas minas Andorinha e Campo Formoso (88,1% da produção nacional), e 26.501 t pela mina Santaluz (4,9%).
- No Amapá, a Mina Mazagão, produziu 37.835 t, sendo 7% da produção nacional.

MINERAÇÃO DE CROMO

Mina Coitezeiro. Campo Formoso (**Bahia**, 67 mil hab.) → lavra a céu aberto

- **Zona argilosa** → desmonte mecânico por tratores e escavadeiras, bancadas com altura e berma de 7,5m, e inclinação de 45°
- **Rocha fresca** → desmonte por explosivos, bancadas com 20m de altura e berma de 8m com inclinação de 70°

Mina de Ipueira, Andorinhas (**Bahia**) → lavra subterrânea totalmente mecanizada; os painéis alcançam, em média, 14 a 25 m de altura. O método proporciona uma recuperação da ordem de 80%, com diluição de 10 a 35% de estéril no *ROM*.



MINERAÇÃO DE CROMO

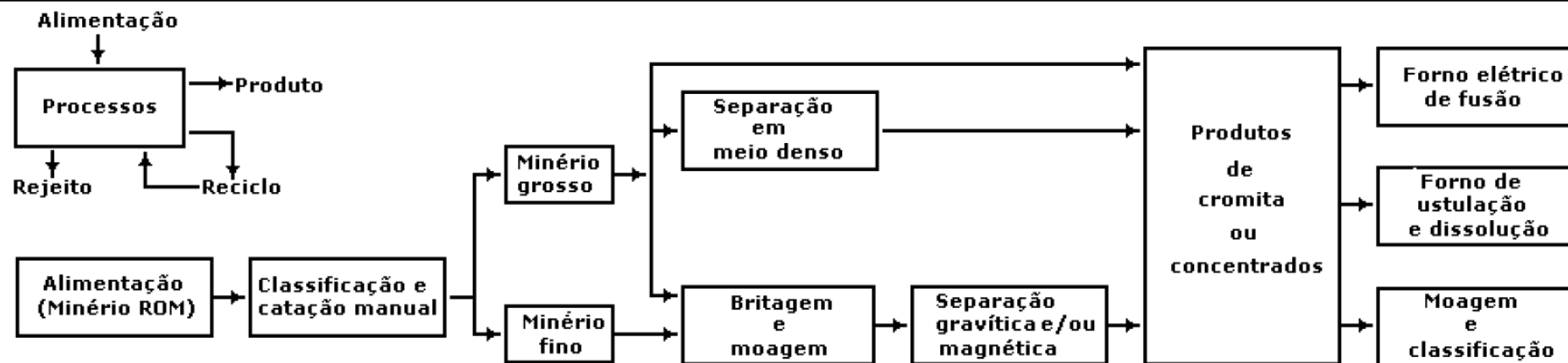


Figura 1: Fluxograma representativo da obtenção de produtos de cromo incluindo, o beneficiamento e os processos metalúrgicos (Papp, 1994).

A concentração de cromita em todo mundo é conseguida, na maioria dos casos, por métodos convencionais de separação densitária → tambores e ciclones de meio denso, jigues, mesas vibratórias e espirais.

Partículas <100µm: espirais para concentração de finos, MGS até 20µm ou separação magnética de intensidade de campo >1,0 T.

MINERAÇÃO DE CROMO

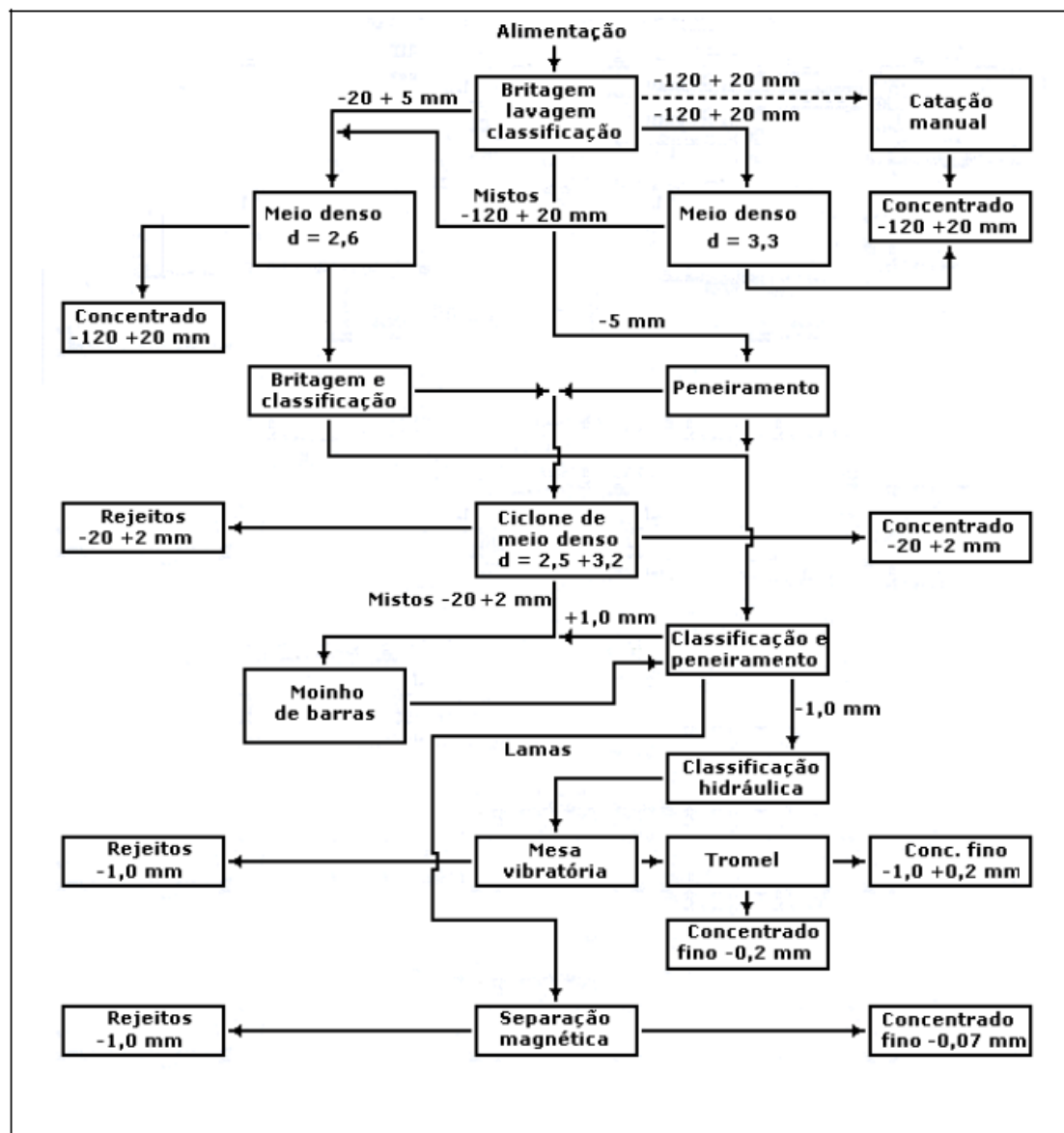


Figura 2: Fluxograma típico do beneficiamento dos minérios de cromo, indicando as faixas granulométricas de cada etapa (Maliotis, 1996).

MINERAÇÃO DE CROMO

Aspectos tecnológicos (cromita – mineral de minério)

- Mineração a céu aberto (35%) e subterrânea (65%)
- FERBASA – Companhia de Ferro e Ligas da Bahia S/A – 70% produção de cromita e 100% produção de ligas Fe-Cr.

A FERBASA opera, atualmente, na exploração de cromita em **dois grupamentos mineiros**, situados na região **Centro-Norte do estado da Bahia**, distando 90 km um do outro:

- **Distrito cromitífero do Vale do Jacurici**, com 15 minas, com extensão norte/sul, da ordem de 120 km;
- **Campo Formoso**, com 9 minas.

Suas minas principais são a de **Pedrinhas**, em **Campo Formoso**, e a **Ipueira**, localizada no município de **Andorinha**.

PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CROMO

- A produção da Bahia é destinada ao mercado interno (Ferro Liga) e a do Amapá à exportação, principalmente para a China e Estados Unidos
- A Magnesita S/A (Atualmente Magnesita Refratários S/A) utiliza parte de sua produção de cromo para a produção de refratários. Hoje ocupa o primeiro lugar no mercado nacional de refratários, terceiro lugar no mundo.
- A produção brasileira representa cerca de 2% da produção mundial

IMPORTAÇÃO (2011)

- O Brasil importou 95.422t em produtos de cromita, (+0,78% em relação a 2010), com valor de US\$ 154 milhões FOB), especialmente da África do Sul (86%).
- As importações brasileiras foram de US\$ 154 mi.:
 - US\$ 33,82 milhões de bens primários
 - US\$ 31,29 milhões de produtos semimanufaturados
 - US\$ 3,6 milhões de produtos manufaturados
 - US\$ 85,24 milhões de compostos químicos

EXPORTAÇÃO - 2011

- A receita atingiu US\$ 34,7 milhões FOB
- Foram exportadas 73.273t de cromita (US\$ 10,9 milhões) que representam uma queda de 15,78% sobre 2010.
- Produtos exportados: Semimanufaturados (US\$ 22,2 milhões), compostos químicos (US\$ 1,5 milhão), manufaturados (US\$ 46 mil)

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE CROMITA

	Importação (toneladas)	Exportação (toneladas)	Importação (US\$-FOB)	Exportação (US\$-FOB)
1999	8.482	194.000	1,35 milhão	12,7 milhões
2000	47.600	142.500	2,6 milhões	9,5 milhões
2001	10.100	78.500	1,5 milhão	5,3 milhões
2002	7.600	22.800	1 milhão	1,7 milhão
2003	71.000	32	3,5 milhões	6 mil
2004	44.700	37.341	49,3 milhões	7,4 milhões
2005	17.590	139.326	4,8 milhões	15 milhões
2006	21.701	75.800	5,8 milhões	7,7 milhões
2007	28.234	110.957	8,5 milhões	16,6 milhões
2008	22.896	54.308	10,2 milhões	12,1 milhões
2009	60.565	80.531	77,3 milhões	8,1 milhões
2010	94.684	87.005	125,6 milhões	14,6 milhões
2011	95.422	73.273	154 milhões	10,9 milhões

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE CROMITA

- Em 2003, a redução de cerca de 100% nas exportações de cromita deveu-se ao encerramento das atividades do grupo minerador norueguês Elken Asa no Brasil.
- Em 2004 o crescente aumento dos preços da cromita, e o maior consumo do mesmo, provocou o déficit observado no ano. No entanto, **não é certo o motivo da diferença dos preços observados na cromita importada e exportada.** Deduz-se, entretanto, que o preço da cromita exportada pela África do Sul possui um valor elevado (já que as cotações refletem os preços ofertados por eles) em relação ao preço médio da cromita exportada pelo Brasil.

BALANÇA COMERCIAL

- De 2009 até os dias atuais, nota-se um elevado déficit em relação às importações e exportações da cromita.
- Um dos motivos é a grande diferença dos preços do minério importado e exportado

	2009	2010	2011
Déficit	69,2 milhões	111 milhões	143,1 milhões

Valor médio por tonelada de cromita

	Importada (US\$/t)	Exportada (US\$/t)
2009	1.276,3	100,6
2010	1.326,5	167,8
2011	1.613,9	148,8

INVESTIMENTOS NO SETOR

- R\$ 28 milhões no setor produtivo de Campo Formoso R\$(BA)
- R\$ 1,1 milhão para o município de Santa Luz
- R\$ 145 mil para o amapá em 2011, e mais R\$ 252 mil projetados para os 3 anos seguintes

CONCLUSÕES

- As aplicações do cromo se dão principalmente no enobrecimento de aços e na produção de refratários
- A África do Sul apresenta a maior reserva mundial de cromo, assim como a maior produção do minério
- No Brasil, as reservas e produção estão centralizadas no estado da Bahia com participação, menos significativa, do Amapá
- A Balança comercial do país mostra-se desfavorável, sendo um dos motivos a diferença entre os preços do produto importado e exportado

REFERÊNCIAS

1. <http://www.ijoem.com>
2. <http://mcgroup.co.uk>
3. <https://sistemas.dnpm.gov.br>
4. <http://www.moneyweb.co.za>
5. <http://www.barchart.com>
6. <http://www.indexmundi.com>
7. www.wikipedia.org
8. www.dnpm.gov.br
9. www.rc.unesp.br