

## 2 Minério de Ferro

Minério (do latim *minera*, *mina*) consiste em um mineral ou uma associação de minerais com interesse econômico agregado, o que depende da concentração do mineral e da viabilidade econômica de extração. Como os elementos químicos não se encontram uniformemente disseminados pela crosta terrestre, há regiões mais ricas em um elemento químico que outras e quanto maior a concentração do elemento, maior o aproveitamento do minério por tonelada em sua exploração industrial (ROMEIRO, 1997).

O minério de ferro é a rocha, a partir da qual, pode ser obtido o ferro metálico de maneira economicamente viável (MOURÃO & J. MURILO, 2008). O ferro é um elemento químico de símbolo Fe, número atômico 26 e massa atômica relativa igual a 55.845. Em temperatura ambiente encontra-se em estado sólido, mas por ser um elemento muito reativo, não é encontrado na natureza na forma metálica, ou seja, sem estar ligado quimicamente a outro elemento. Na proporção de 4,2% é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre, inferior apenas ao oxigênio, silício e alumínio, e dentre todos os metais é o mais utilizado no cotidiano. Muitos minerais tem ferro como componente, mas somente alguns apresentam grandes concentrações. Assim destacam-se como principais minerais/minérios de ferro: a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), a goethita ( $\text{FeO}/\text{OH}$ ) e a siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) (CARLOS A. GONÇALVES, 2010)

### 2.1. Mineração

A mineração é uma atividade de natureza econômica também designada, em um sentido mais amplo, como indústria extrativa mineral ou indústria de produtos minerais. Segundo a ONU, (Organização das Nações Unidas), define-se a mineração como a extração, elaboração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural: sólido como o carvão e outros; líquido como o petróleo bruto; e gasoso, como o gás natural (ONUBR, 2012).

A economicidade do aproveitamento de um recurso mineral está intrinsecamente ligada às condições geológicas e mineralógicas, aos teores dos componentes, à estrutura, à paragênese e à textura das rochas que contém o mineral e a outros parâmetros que influem na avaliação técnico-econômica, assim tornam-se economicamente viáveis quando são realizadas em grande escala (ordem de milhões de toneladas/ano), requerendo equipamentos de grande porte e elevada capacidade unitária (MOURÃO & J. MURILO, 2008).

Em virtude das suas propriedades químicas e físicas, seu baixo preço e o aproveitamento econômico são aproveitados 99% do minério de ferro na indústria siderúrgica para a produção do aço. O produto da lavra do minério de ferro é britado e moído, e separado de suas impurezas através do processo de flotação reversa. Na siderúrgica, o mineral passa por um forno para fundi-lo e depois é levado para aciaria onde é transformado em aço. O aço é então refinado e deformado mecanicamente para ser transformada em lingotes para depois serem transformados em laminas, os quais são utilizados pela indústria, na construção civil, a indústria automobilística, na indústria de produtos eletrodomésticos etc. (CARLOS A. GONÇALVES, 2010), como apresentado na Figura 1.

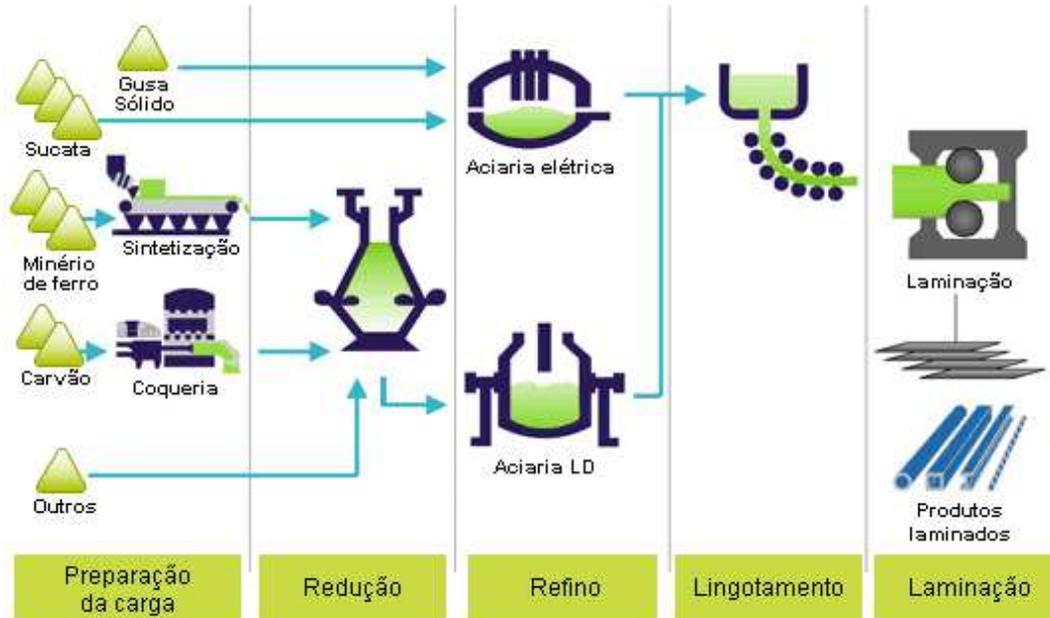


Figura 1: Fluxo simplificado de produção do aço. Fonte: (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2013)

## 2.2.

### **Economia Mundial Brasileira no contexto do setor Mundial**

A mineração é uma indústria global presente em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Em muitos países com menor poder econômico e político, essa atividade tem uma importância significativa para o produto interno bruto (PIB), contribuindo para a redução da pobreza. Por Exemplo, segundo relatórios do Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM), a produção da indústria de mineração e metais é necessária para estimular avanços e progressos tecnológicos em uma sociedade.

Apesar dos empregos diretos na mineração em larga escala serem estimados em menos de 0,5% da força de trabalho mundial, a cadeia produtiva que depende do aço é significativa. A demanda internacional por produtos minerais deverá manter-se elevada por mais alguns anos, principalmente pela necessidade de melhoria de infraestrutura e de suprimento de bens materiais que atendam as necessidades das sociedades emergentes como Brasil, Índia e China. Analisando o caso do Brasil, observa-se que o país que apresentou um ótimo desempenho econômico nos últimos anos, passando a ocupar a sexta posição na economia mundial, segundo dado do Fundo Monetário Internacional (FMI). Nesse contexto, o setor minerário, que compreende as etapas de geologia, mineração e transformação mineral, contribui de forma significativa para o crescimento da economia brasileira e hoje responde por 4,2% do PIB (SILVA, 2012). A indústria da mineração é um dos setores responsáveis pelo saldo positivo da balança comercial brasileira, com superávit de quase 30 milhões de dólares americanos (IBRAM, 2012).

Estudos feitos pela Secretaria Nacional de Geologia, Mineração e transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, mostraram que o efeito multiplicador de empregos para o setor mineral é de 1:13. O total de mão de obra empregada na mineração em 2011 alcançou 175 mil trabalhadores. Portanto, pode-se considerar que, em 2011, o setor mineral empregou cerca de 2,2 milhões de trabalhadores diretos, desconsiderando as vagas geradas na fase de pesquisa, prospecção e planejamento. De acordo com a consolidação dos Relatórios Anuais de Lavra, entregues pelas empresas de mineração e relativos ao ano-base 2011, o

Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) registrou o número de 8.870 mineradoras em 2011 (IBRAM, 2012).

### 2.3.

#### As reservas mundiais de minério de ferro e a produção do minério de ferro no Brasil.

As reservas mundiais estimadas de minério de ferro são da ordem de 170 bilhões de toneladas. Segundo dados publicados em 2012 pelo DNPM as reservas brasileiras totalizam 29,6 bilhões de toneladas com um teor médio de 52,95%, estando localizadas nos estados de Minas Gerais (79,7% das reservas com teor médio de 51,4% de Fe), Mato Grosso do Sul (9,9% com teor médio de 55%) e Pará (9,1% com teor médio de 67%). A produção mundial de minério de ferro em 2011 foi cerca de 2,8 bilhões de toneladas (8,1% mais elevada em comparação com 2010) (DNPM, 2012). Na Tabela 1 é mostrada a reserva estimada de minério de ferro e a produção do Brasil em relação a outras nações.

Tabela 1: Reserva e Produção Mundial de minério de ferro

Discriminação	Reservas (10 <sup>6</sup> t)		Produção (10 <sup>3</sup> t)		
	2011 <sup>(e)</sup>	%	2010 <sup>(e)</sup>	2011 <sup>(e)</sup>	(%)
Países					
Brasil (1)	29.604	17,41	372.120	398.131	14,2
China	23.000	13,53	1.070.000	1.200.000	42,9
Austrália	35.000	20,59	433.000	480.000	17,1
Índia	7.000	4,12	230.000	240.000	8,6
Rússia	25.000	14,71	101.000	100.000	3,6
Ucrânia	6.000	3,53	78.000	80.000	2,9
Outros países	44.396	26,12	305.880	301.869	10,8
<b>TOTAL</b>	<b>170.000</b>	<b>100</b>	<b>2.590.000</b>	<b>2.800.000</b>	<b>100</b>

Fonte: DNPM/DIPLAM; USGS – *Mineral Commodity Summaries* – 2012

(1) Reserva lavrável; (e) dados estimados, exceto Brasil.

O Brasil é o segundo maior produtor de minério de ferro, conforme o U.S. *Geological Survey* e a UNCTAD (Conferencia das Nações Unidas para o Comercio e o Desenvolvimento). De acordo com essas fontes, em 2011 os três maiores produtores foram a China com 1,33 bilhão de toneladas, a Austrália com 480 milhões de toneladas e o Brasil com 390 milhões de toneladas. No entanto,

quando se leva em conta o teor médio do minério de ferro chinês, a produção daquele país pode ser considerada de 380 milhões de toneladas, isto é comparada com a produção da Austrália e do Brasil (IBRAM, 2012).

As maiores empresas produtoras no Brasil são: Vale com 84,52%; CSN (companhia siderúrgica nacional) com 5,45%; Samarco com 6,29%; MMX (Mineração e Metálicos S.A) com 2,03% e Usiminas com 1,71%.

## 2.4. Demanda por aço e a balança mineral brasileira

O minério de ferro e seus subprodutos são as principais matérias primas utilizadas na indústria siderúrgica, para a produção do aço que segundo o DNPM, no mundo em 2011, atingiu 1,49 bilhão de toneladas. O Brasil foi o nono maior produtor mundial de aço (2,4% da produção) sendo o maior de América Latina (51,3%). A produção mundial de ferro-gusa foi 6,9% maior que a registrada em 2010, atingindo 1,08 bilhão de toneladas. O Brasil participou com 3,1% dessa produção (DNPM, 2012).

Segundo o IBRAM as importações brasileiras de minério de ferro não são significativas e as exportações de minério de ferro (em pelotas) em 2011 totalizaram um total de 330,8 milhões de toneladas, sendo o minério de ferro responsável por 80,10% das exportações minerais do país, como indicado na Figura 2. Os principais destinos de exportação de minérios foram: China (45,78%), Japão (9,71%), Coreia do Sul (4,97%), Alemanha (2,95%), e Países Baixos (3,0%) (DNPM, 2012). A composição das exportações para esses países foi predominante composta pelo minério de ferro (91,6%) (IBRAM, 2012).

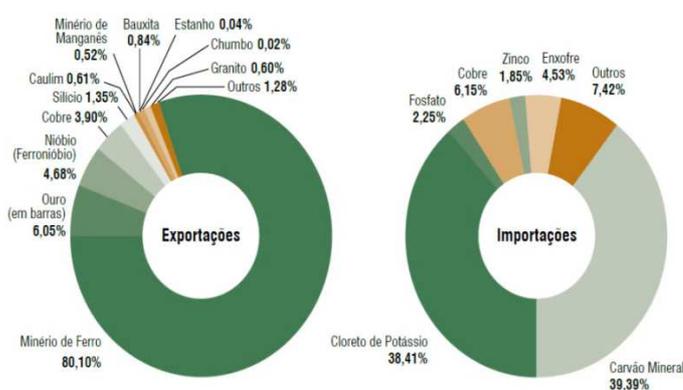


Figura 2: Balança mineral brasileira – Exportações e Importações (% do valor em dólares). Fonte: (DNPM, 2012)

Os preços de minério de ferro são determinados em negociações anuais entre os compradores (usinas siderúrgicas) e vendedores (empresas de mineração). O preço é fixado para um determinado teor de ferro (base 65,0%) por unidade metálica (1%) em centavos de dólar (US\$ cents) considerando a base seca e o grau de beneficiamento a que o minério foi submetido. As variáveis que mais influenciam na formação do preço são: o custo da lavra, o tratamento e a concentração de ferro, assim como de transporte (CARLOS A. GONÇALVES, 2010).

Brasil e Austrália são produtores de minério de ferro bem conhecidos devido ao alto teor de Fe, qualidade das reservas e logística eficiente, e se encontram na primeira parte da curva de custo indicada na Figura 3. A segunda e terceira parte da curva em destaque amostra a composição de produtores com um minério de qualidade inferior, exploração em pequenas minas e processos pouco mecanizados que levam a um alto custo marginal, especialmente na China (IBRAM, 2012).

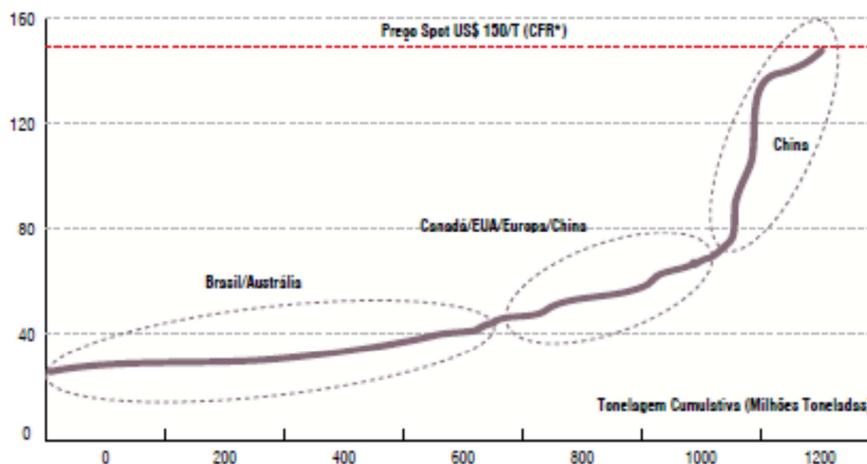


Figura 3: Dinâmica do preço de mercado para o minério de ferro – preço spot US\$ 150/T (CFR\*).  
Fonte: (IBRAM, 2012).

\* Custo e frete (no porto de destino designado)