

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL

**Márcio Cavalcanti Lins**

**O FERRO GUSA NA REGIÃO NORTE: ESTUDO DE CASO  
DAS SIDERÚRGICAS INSTALADAS AO LONGO DA  
ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

Prof. Msc. Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves (orientador)

Belém 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL

**O FERRO GUSA NA REGIÃO NORTE: ESTUDO DE CASO  
DAS SIDERÚRGICAS INSTALADAS AO LONGO DA  
ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

**Márcio Cavalcanti Lins**

Banca examinadora:

Orientador: Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves

Primeiro membro: Ismaily Bastos Delfino

Segundo membro: Daniel Ramôa Farias

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Belém 2008

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| LISTA DE TABELAS .....                             | IV |
| LISTA DE FIGURAS .....                             | V  |
| LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIMBOLOS.....           | VI |
| RESUMO.....  | 1  |
| 1 INTRODUÇÃO .....                                 | 2  |
| 2 INDÚSTRIA SIDERÚRGICA.....                       | 4  |
| 2.1 MATÉRIAS PRIMAS DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA ..... | 7  |
| 2.1.1 <i>Minério de ferro</i> .....                | 7  |
| 2.1.2 <i>Carvão</i> .....                          | 10 |
| 2.1.3 <i>Calcário</i> .....                        | 14 |
| 2.1.4 <i>Sucata</i> .....                          | 15 |
| 2.1.5 <i>Outros minerais</i> .....                 | 17 |
| 2.2 FERRO GUSA.....                                | 18 |
| 2.2.1 <i>Produção nacional</i> .....               | 19 |
| 2.2.2 <i>Produção mundial</i> .....                | 23 |
| 2.2.3 <i>Mercado nacional</i> .....                | 24 |
| 2.2.4 <i>Mercado internacional</i> .....           | 27 |
| 2.2.4.1 Principais exportadores mundiais.....      | 27 |
| 2.2.4.2 Principais importadores mundiais.....      | 28 |
| 2.2.5 <i>Preço do ferro gusa</i> .....             | 28 |
| 3 PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL .....                       | 31 |
| 3.1 MANEJO FLORESTAL.....                          | 31 |
| 3.1.1 <i>Exploração de impacto reduzido</i> .....  | 36 |
| 3.1.2 <i>Floresta plantada</i> .....               | 36 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                         | 38 |
| BIBLIOGRAFIA .....                                 | 39 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1. PRINCIPAIS MINERAIS FERROSOS DE USO NA SIDERURGIA. ....            | 7  |
| TABELA 2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MINÉRIO GRANULADO DE CARAJÁS .....           | 10 |
| TABELA 3. COMPARATIVO ENTRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CARVÃO VEGETAL E COQUE.. | 14 |
| TABELA 4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA PARA O CALCÁRIO SIDERÚRGICO .....               | 14 |
| TABELA 5. PRODUÇÃO MUNDIAL DE AÇO POR TIPO DE FORNO DE ACIARIA .....         | 17 |
| TABELA 6. DEMANDA DE CARGA METÁLICA EM ACIARIA P/ PROCESSOS ELÉTRICOS.....   | 17 |
| TABELA 7. REAÇÕES DE OXIDAÇÃO DO ALTO-FORNO .....                            | 19 |
| TABELA 8. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO GUSEIRA NO PAÍS .....                         | 20 |
| TABELA 9. SIDERÚRGICAS DA REGIÃO DE CARAJÁS .....                            | 22 |
| TABELA 10. PRINCIPAIS PRODUTORES DE FERRO GUSA DO MUNDO .....                | 23 |
| TABELA 11. PRODUÇÃO DO GUSA DE MERCADO .....                                 | 25 |
| TABELA 12. COMERCIALIZAÇÃO DO GUSA NO MERCADO INTERNO.....                   | 26 |
| TABELA 13. PRINCIPAIS EXPORTADORES MUNDIAIS DE FERRO GUSA .....              | 27 |
| TABELA 14. PRINCIPAIS IMPORTADORES MUNDIAIS DE FERRO GUSA.....               | 28 |
| TABELA 15. PREÇOS PRATICADOS NO MERCADO AMERICANO .....                      | 29 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS PRINCIPAIS ETAPAS DE FABRICAÇÃO DE AÇO PELO PROCESSO CLÁSSICO DE ALTO-FORNO, A PARTIR DO MINÉRIO DE FERRO. FONTE: CHIAVERINI, 1986. .... | 5  |
| FIGURA 2. FORNOS PRIMITIVOS UTILIZADOS NA REDUÇÃO DO MINÉRIO DE FERRO, PELO EMPREGO DE CARVÃO VEGETAL COMO COMBUSTÍVEL. FONTE: CHIAVERINI, 1986.....                             | 6  |
| FIGURA 3. PRINCIPAIS PRODUTOS OBTIDOS NA DESTILAÇÃO DO CARVÃO MINERAL. FONTE: CHIAVERINI, 1986. ....   | 12 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIMBOLOS

|                |   |
|----------------|---|
| ASSICA         | Associação das Siderúrgicas de Carajás.   |
| BOF            | Blown Oxygen Furnace - forno moderno de aciaria integrada, processo pneumático.                                       |
| DRI            | Direct Reduction Iron – aço de redução direta.  |
| EFC            | Estrada de Ferro Carajás  |
| EAF            | Electric Arc Furnace – forno elétrico a arco de aciaria, processo elétrico.   |
| HBI            | Hot Briquetted Iron – briquetes de aço.   |
| IBAMA          | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  |
| IISI           | Internacional Iron and Steel Institute – Inst. Internacional do ferro e aço.  |
| OH             | Open Hearth – forno convencional de aciaria integrada, processo Siemens-Martin.                                       |
| Sindifer       | Sindicato da Indústria de Ferro no Estado de Minas Gerais.  |
| Sinferbase     | Sindicato nacional da indústria de extração de ferro e metais básicos.  |
| pH             | potencial hidrogeniônico, índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma substância líquida. |
| °C             | Temperatura em graus Celsius.   |
| m <sup>3</sup> | unidade métrica de volume, metros cúbicos.  |
| t              | tonelada métrica.   |
| m              | metros.   |
| MT             | milhões de toneladas  |
| ha             | hectares  |

## RESUMO

O aço é um dos principais materiais utilizados na construção civil e é a base da indústria mecânica e automobilística, sendo de grande importância para a nossa sociedade.

Ao longo da Estrada de Ferro Carajás – EFC existem 15 siderúrgicas que produzem ferro gusa a partir do processamento em alto-forno de minério de ferro, carvão vegetal e calcário. O ferro gusa é uma liga de ferro com alto teor em carbono, que pode ser utilizado diretamente na indústria de fundição, ou ser “purificado” para a obtenção do aço – uso mais comum. Praticamente toda a produção dessas empresas é exportada, principalmente aos Estados Unidos, utilizando-se da própria estrutura da EFC, através do terminal marítimo em São Luís – MA.

O minério de ferro utilizado por essas indústrias é proveniente da mina de Carajás, sendo transportado através da EFC, desde a mina em Parauapebas, até o pátio de distribuição existentes nos terminais de Marabá, Açailândia, Santa Inês e Rosário. A reserva de minério existente na mina é da ordem de grandeza de bilhões de toneladas.

A madeira utilizada para a obtenção do carvão pode ter origem de resíduos de serraria, de áreas reflorestadas, plantadas ou de desmatamento, ou alguma proporção entre essas origens. Sendo esta, a grande questão ambiental a ser equacionada pelos consumidores desse recurso florestal.

O calcário é uma substância mineral abundante na região e seu consumo no alto-forno é relativamente pequeno.

O Brasil é um grande produtor de ferro gusa, com produção crescente e o maior exportador mundial. Os principais Estados produtores no país são Minas Gerais, Pará, Maranhão e Espírito Santo.

O preço do gusa é definido pelo no mercado internacional, sendo vinculado ao do seu principal concorrente, a sucata metálica.

A sociedade demonstra repensar qual o custo, que estaria disposta a pagar para ter acesso aos bens de consumo, tão indispensáveis ao seu bem estar social. No caso do produto siderúrgico da região de Carajás, verifica-se que há um grande potencial poluidor, além degradação ambiental pelo uso de do carvão vegetal.

## 1 INTRODUÇÃO

A presente monografia do curso de especialização em gestão ambiental tem o objetivo de estudar o processo produtivo do ferro gusa na região de Carajás verificando se há a possibilidade de essa produção se dar de forma sustentável do ponto de vista ambiental.

O estudo, inicialmente, segue a cadeia produtiva do ferro gusa, apresentando os insumos básicos consumidos e o processo de produção utilizado. Há a análise técnica de cada matéria prima, desde a sua extração, até a obtenção do insumo pronto para o ingresso ao processo produtivo.

Posteriormente, é apresentada a análise de mercado para os produtos siderúrgicos derivados do ferro gusa, ou os que competem com este. Por se tratar de uma atividade econômica, com fins específicos de comercialização, a produção do gusa, para ser sustentável ou não, do ponto de vista ambiental, é necessário a realização de estudo de mercado.

Qualquer solução, a ser aplicada ao processo produtivo, visando à redução de algum impacto ambiental, é carente de recursos financeiros, e sua implantação vai depender do valor que o produtor puder embutir ao seu preço de venda, ou seja, em última instância, é diretamente proporcional ao que o consumidor está disposto a pagar para ter o produto.

Por se tratar de um produto intermediário ao aço, o ferro gusa incorpora pouco valor agregado ao seu preço de comercialização, o que limita a capacidade do produtor em remunerar os seus fornecedores de matéria prima.

De todos os fornecedores de matéria prima, para esse tipo de segmento econômico, o fornecedor de carvão vegetal seria o mais “vulnerável” de todos, buscando na clandestinidade de suas operações a sua justa remuneração. Ao operar dessa forma, coloca em risco a sua própria sobrevivência, pois a clandestinidade está ligada ao uso de fornos de baixa eficiência, desmatamento ilegal e ao uso de mão-de-obra informal, ficando sujeito a ação repressora por parte do poder público, e à exaustão das florestas, pelo uso não racional de matéria prima renovável.

Os outros fornecedores desse segmento seriam a Vale, antiga Companhia Vale do Rio Doce, como fornecedora de minério de ferro e dos serviços de transporte, tanto do minério de ferro, bem como do escoamento da produção do

gusa até o terminal portuário; algumas pequenas mineradoras de calcário, e a Eletronorte como fornecedora de energia elétrica, necessária ao funcionamento dos motores elétricos, que fazem os equipamentos funcionar. Quanto a estes fornecedores, todo o segmento das guseiras não tem quase nenhuma força para barganhar o preço de seus insumos, com exceção do calcário, que representa pouco em termos de custo de produção.

O minério de ferro é fornecido através de contratos de longa duração, onde é definida a quantidade a ser fornecida – de acordo com a capacidade do alto-forno a ser instalado, ainda na fase de projeto, e o preço unitário cotado em dólares americanos (informação coletada em pesquisa campo). Dessa forma o empresário tem garantido o fornecimento do insumo principal, antes mesmo de iniciar a instalação do empreendimento. Não existindo o mesmo cuidado para o suprimento do carvão.

Observa-se que, em relação ao suprimento do carvão vegetal, a abundância de madeira nativa da floresta Amazônica, e os baixo nível de fiscalização dos órgãos ambientais, foi um fator favorável para a instalação deste tipo de empreendimento, nessa região do País.

Ao final do trabalho é dissertado sobre a produção sustentável, algumas premissas – inclusive já definidas pelo próprio segmento econômico, são apresentadas, concluindo pela necessidade de implantação do manejo florestal, ou a plantação de florestas de espécies exóticas e de alto crescimento, visando a sustentabilidade da produção do carvão vegetal.

## 2 INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

O aço é um dos principais materiais utilizados na construção civil e é a base da indústria mecânica e automobilística, sendo de grande importância para a nossa sociedade. A siderurgia pode ser considerada como um setor básico e prioritário para o desenvolvimento industrial e econômico.

A indústria siderúrgica abrange todas as etapas necessárias para, a partir das matérias-primas, produzir ferro e aço. O processo clássico e mais usado para a redução do minério de ferro é o do alto-forno, cujo produto consiste numa liga ferro-carbono de alto teor de carbono, denominado ferro gusa, este por sua vez passa por um processo de refino na aciaria, onde, em fornos adequados, é transformado em aço.

No estado líquido, o aço é vazado na forma de lingotes, os quais são submetidos à transformação mecânica, por intermédio de laminadores, resultando em blocos, tarugos e placas. Estes, ainda por intermédio de laminadores, são transformados em formas estruturais como “tês”, duplos “tês”, cantoneiras etc., e em outros produtos siderúrgicos importantes, tais como trilhos, chapas, barras etc. (Chiaverini, 1986)

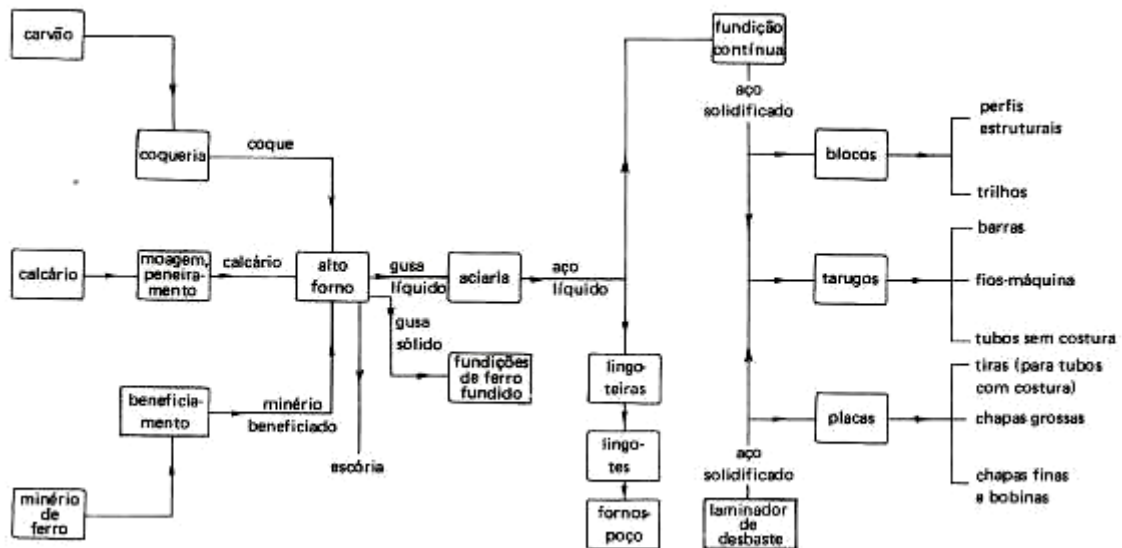
As maiores usinas siderúrgicas do País são consideradas como usinas integradas, pois participam de todas as etapas do aço, desde o processamento da matéria-prima, à produção do produto final. No caso das siderúrgicas instaladas ao longo da Estrada de Ferro Carajás, estas operam apenas a redução do minério de ferro - o seu produto final é o ferro gusa em estado sólido, podendo ser considerado como um produto intermediário ao aço, produto este, de menor valor agregado.

A ilustração 1 representa, esquematicamente, as principais etapas para a fabricação de determinados produtos de aço, pelo processo do alto-forno.

Observa-se que o gusa produzido através do alto-forno pode ser destinado para as aciarias, onde será refinado, obtendo-se um produto de menor teor de carbono, ou destinado a indústria de fundição. No caso das usinas integradas, o gusa segue para a aciaria na sua forma ainda líquida, aproveitando-se do calor do gusa incandescente. Em se tratando do gusa a ser comercializado a outras unidades industriais, há uma etapa de resfriamento à temperatura ambiente antes do transporte.

Quanto ao carvão utilizado no processo de redução, pode-se utilizar o de origem vegetal ou o carvão mineral, cada um com suas peculiaridades e dificuldades de obtenção no mercado.

O destaque do carvão vegetal é que o mesmo é isento de enxofre, substância altamente poluente quando queimada na atmosfera. O carvão mineral, por questões de formação em ambiente geológico isento de oxigênio – ambiente redutor, normalmente ocorre associado ao mineral pirita,  $H_2S$ , que é fonte de enxofre, sendo, por conseguinte, contaminado por este. Logo, os gases liberados pelo alto-forno, tendem a ser mais poluentes que os da combustão do carvão mineral.



**Figura 1. Representação esquemática das principais etapas de fabricação de aço pelo processo clássico de alto-forno, a partir do minério de ferro. Fonte: Chiaverini, 1986.**

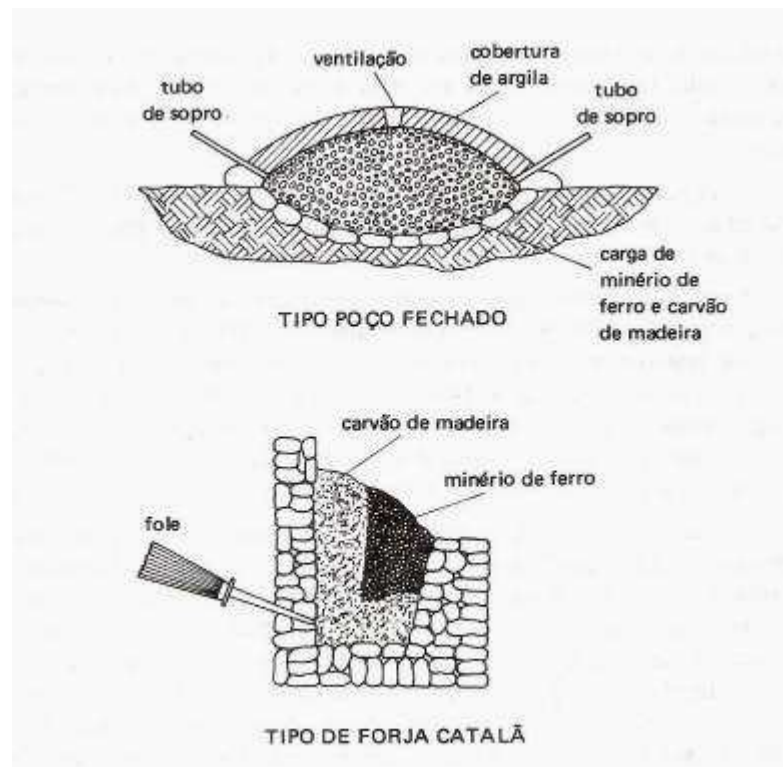
As civilizações antigas de Assíria, Babilônia, Egito, Pérsia, China, Índia e, mais tarde, da Grécia e de Roma já fabricavam, por processos primitivos, armas e inúmeros utensílios de ferro e aço. (Chiaverini, 1986)

A ilustração 2 apresenta alguns fornos primitivos utilizados na redução do minério de ferro, pelo emprego do carvão vegetal como combustível.

O ferro obtido através desse processo apresentava-se, em geral, relativamente dúctil, mole, maleável e podia ser trabalhado por martelamento a temperaturas relativamente elevadas. O fundidor juntava, no fundo do forno, o material com o auxílio de uma vara metálica, formando-se uma bola que, depois de atingido certo peso, era retirada e martelada com o objetivo de eliminar as

impurezas que se apresentavam na forma de uma escória. O resultado final era uma barra ou lupa, posteriormente reaquecida e trabalhada por martelamento até a obtenção do produto final desejado. (Chiaverini, 1986)

Em épocas mais recentes, a partir provavelmente do século XIII, o processo mais comum era o da forja catalã, na qual o material comumente obtido era o “ferro pudlado”. (Chiaverini, 1986)



**Figura 2. Fornos primitivos utilizados na redução do minério de ferro, pelo emprego de carvão vegetal como combustível. Fonte: Chiaverini, 1986.**

Esses fornos primitivos podiam ser operados de modo a provocar a absorção pelo ferro de uma certa quantidade de carbono, cerca de 1%. Esse material revelou-se mais duro e mais resistente que o ferro; além disso, o fenômeno mais importante então verificado foi a possibilidade de tornar o material muito mais duro, quando resfriado rapidamente em água ou outro meio líquido, a partir de altas temperaturas. Praticava-se, assim, um processo empírico de têmpera em ferro com carbono relativamente elevado. (Chiaverini, 1986)

Os altos-fornos foram desenvolvidos paulatinamente, à medida que se aumentava a altura dos fornos primitivos e foram inicialmente denominados fornos

de cuba ou fornos de chaminé. Neles, a carga de matéria-prima já era introduzida pelo topo, em intervalos, e o ar, pela parte inferior.

O alto-forno de perfil já próximo ao dos atuais foi introduzido na Inglaterra em torno do ano de 1500. Em 1619, na mesma Inglaterra, empregou-se, pela primeira vez, o coque como combustível e, ainda nesse país, por volta de 1800, foi adotado o princípio de aquecer o ar antes de introduzi-lo no forno. A partir de então, sucederam-se os aperfeiçoamentos técnicos que levaram aos fornos atuais. (Chiaverini, 1986).

## 2.1 MATÉRIAS PRIMAS DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

As matérias primas básicas são: minério de ferro, carvão e calcário. Outros minérios, como o de manganês são bastante utilizados na composição das ligas de aço.

### 2.1.1 Minério de ferro

Minério de ferro é uma denominação genérica para os minerais que contém o íon Fe presente em sua estrutura e podem ser utilizados economicamente para a obtenção do ferro metálico. Os principais minerais de ferro do ponto de vista siderúrgico são:

| Mineral   | Composição química                                     | Teor %Fe |
|-----------|--|----------|
| Magnetita | $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ou $\text{FeO Fe}_2\text{O}_3$ | 72       |
| Hematita  | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                                | 70       |
| Limonita  | $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$     | 60       |

**Tabela 1. Principais minerais ferrosos de uso na siderurgia.**  
Fonte: Chiaverini, 1986

Observar que os íons Fe da magnetita encontram-se no nível de oxidação (valência) +2 na molécula (FeO) e +3 na molécula ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Para o cálculo do teor máximo de Fe contido nos minerais acima, faz-se necessário o cálculo estequiométrico considerando-se o mineral na sua forma mais pura, isto é, sem nenhuma contaminação de elementos químicos.

A massa atômica dos elementos químicos é a seguinte: Fe = 56 [u], O = 16 [u] e H=1 [u] (unidade de massa atômica).

A molécula da magnetita possui: 3 átomos de Fe = 168 u (3x56) e 4 átomos de O = 64 u (4x16), totalizando 232 u. Teor máximo de Fe = 0,72 ou 72% (168/232).

Molécula da limonita : 4 átomos de Fe = 224 u (4x56), 9 átomos de O = 144 u (9x16) e 6 de H = 6 u (6x1), totalizando 374 u. Teor máximo de Fe = 0,60 ou 60% (224/374).

A magnetita ocorre principalmente na Suécia, ao passo que a hematita é o minério mais comum, e de grande abundância em diversos países. As reservas de minério de ferro brasileiras são as de teor mais elevado do mundo. (Chiaverini, 1986).

Nas jazidas brasileiras, esses minerais são encontrados nas seguintes formas:

- Hematita compacta, com Fe entre 66 e 69%, compreendendo os minérios mais ricos;
- Itabirito compacto, com Fe entre 56 e 66%, que corresponde às hematitas lamelares, formadas de grãos de quartzo e palhetas de hematita;
- Itabirito friável, também denominado jacutinga, mais alterado que o compacto;
- Canga, com Fe entre 50 e 60%. Minério secundário que recobre os afloramentos de minério;
- Itabirito impuro, teor médio entre 50 e 55%. (Chiaverini, 1986).

A depender do teor do minério de ferro, são necessárias várias etapas de beneficiamento visando o enriquecimento do mesmo, para permitir a sua utilização posterior. Nessas etapas existem as de redução granulométrica, visando à liberação das partículas de minério das de estéril, gerando os finos de minério, que serão posteriormente classificados por tamanho.

As partículas de menor tamanho necessitam de um tratamento de aglomeração para serem utilizadas no alto-forno, basicamente sinterização ou pelotização. Por possuir alto teor em Fe, as jazidas de Carajás não necessitam de operações de enriquecimento, observa-se apenas operações de redução granulométrica e classificação por tamanho.

Os processos de aglomeração visam melhorar a permeabilidade da carga do alto-forno, reduzir o consumo de carvão e acelerar o processo de redução, além de reduzirem a quantidade de material particulado que é lançado nas chaminés das usinas e recuperado no sistema de despoejamento. Os processos de uso mais difundido são: sinterização e pelletização.

A sinterização consiste na aglomeração dos finos de minério de ferro numa mistura com aproximadamente 5% de carvão, coque ou antracito. A carga é aquecida a temperaturas entre 1.300 e 1.500° C, obtendo-se o sinter, que pode ser incorporado ao fundente, normalmente utiliza-se o calcário, melhorando a sua qualidade. O sinter tem baixa resistência mecânica, o que inviabiliza o seu transporte e limita o seu manuseio, comumente é produzido na instalação da usina siderúrgica que irá consumi-lo. (Chiaverini, 1986).

Já a pelletização, é um processo mais recente e de emprego mais difundido. São produzidas bolotas cruas de finos de minério de alto teor ou minério concentrado, é adicionada água para obter-se 10% de umidade, além do aglomerante bentonita em proporção de 0,5 a 0,75% da carga. Dependendo do tipo de forno, adiciona-se finos de combustível sólido para suprimento adicional de calor. Outros aditivos podem ser incluídos, como barrilha, calcário ou dolomita, com a finalidade de aumentar a resistência das pelotas. No processo, as pelotas são inicialmente secadas, depois pré-aquecidas e queimadas a temperatura de 1.350°C. (Chiaverini, 1986).

Uma das características que torna o minério das jazidas de Carajás de grande interesse das siderúrgicas guseiras, é o minério do tipo granulado. Este possui uma granulometria que dispensa a necessidade de aglomeração e é utilizado diretamente no alto-forno. Representa cerca de 30% da reservas de minério, estimadas em 2,2 bilhões de toneladas. (CVRD, 2006)

| Composição química                       | Teores % |
|--|----------|
| Fé – ferro                               | 64,40    |
| SiO <sub>2</sub> – sílica                | 1,80     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – alumina | 2,30     |
| Mn – manganês                            | 0,75     |
| P – fósforo                              | 0,050    |
| S – enxofre                              | 0,006    |

**Tabela 2. Composição química do minério granulado de Carajás**  
**Fonte: CVRD, 2006**

### 2.1.2 Carvão

O carvão na siderurgia atua em três sentidos simultaneamente: como combustível, como redutor do minério e como fornecedor de carbono, que é o principal elemento de liga para os produtos siderúrgicos.

Para ser alimentado diretamente no alto-forno, é necessário possuir uma certa resistência mecânica, para evitar que o material se aglomere, perturbando a marcha normal do forno. Dessa forma, o carvão mineral deve ser beneficiado através do processo de coqueificação para a obtenção do coque, e, da mesma forma a lenha deve ser previamente convertida em carvão vegetal.

O processo de coqueificação consiste no aquecimento do carvão mineral em altas temperaturas, dentro de câmaras hermeticamente fechadas, em ausência de oxigênio. Dessa forma, há a destilação do carvão obtendo-se o coque e como subprodutos: alcatrão, sulfato de amônio, óleos leves e gás combustível. A ilustração 3 apresenta os principais subprodutos obtidos na destilação do carvão mineral. (Chiaverini, 1986).

Todos esses produtos apresentam utilização específica e podem ser combinados para formar outras substâncias de interesse comercial, especialmente para a indústria carboquímica, que trabalha com produtos provenientes da destilação dos vários tipos de carvão mineral e da madeira.

O carvão vegetal é fabricado através da pirólise da madeira, ou seja, através da quebra das moléculas complexas que constituem a madeira, em moléculas mais simples, mediante calor.

O aquecimento para a carbonização da madeira é feito em fornos de certo modo rudimentares e pouco eficientes, pois os subprodutos gasosos e líquidos são perdidos durante o processo, o que faz desse processo oneroso e extremamente poluente, pela perda de material e pela quantidade de resíduos gerados e lançados na atmosfera.

Os fornos mais difundidos no Estado de Minas Gerais, que é sede da siderurgia a carvão vegetal, são do tipo fixo, com aquecimento interno que funcionam a batelada, processo intermitente de produção de uma carga por ciclo. A geometria dos fornos é cilíndrica sendo fechados na parte superior por abóbada, o material utilizado na sua construção é o tijolo refratário, para diminuir a perda de calor para a atmosfera. Este mesmo tipo de forno é o utilizado pela indústria carvoeira do Estado do Pará.

O funcionamento desse forno é bem simples: o calor é aplicado à madeira, na ausência de oxigênio, resultando em gases (CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, etc), em líquidos (alcatrão, ácido acético, álcool metílico) e em resíduo sólido que é o carvão vegetal. Chiaverini, 1986).

*Antes da implantação das guseiras, o Estado do Pará não possuía tradição no consumo de carvão vegetal com destinação industrial. A produção em 1986 era em torno de 100.000 t/ano, quase toda consumida pela Cibrasa – fábrica de cimento localizada em Capanema. Todo o carvão era proveniente de mata nativa, com a seguinte distribuição: 70% oriundo de resíduo de serraria e 30% de desmatamento de projetos agropecuários. Ressalta-se que a nível nacional, 80% era proveniente de mata nativa e 20% de reflorestamento.<sup>1</sup>*

Em recente pesquisa de campo, foi constatado que a empresa Cibrasa, hoje utiliza como matriz energética, o coque derivado de petróleo, em adição aos finos do carvão vegetal, chamado de “murrinha”, adquirido como resíduo, das siderúrgicas citadas no presente trabalho.

---

<sup>1</sup> Queralt, Maria. A polêmica questão do carvoejamento no programa Grande Carajás , 1987, pág. 22.

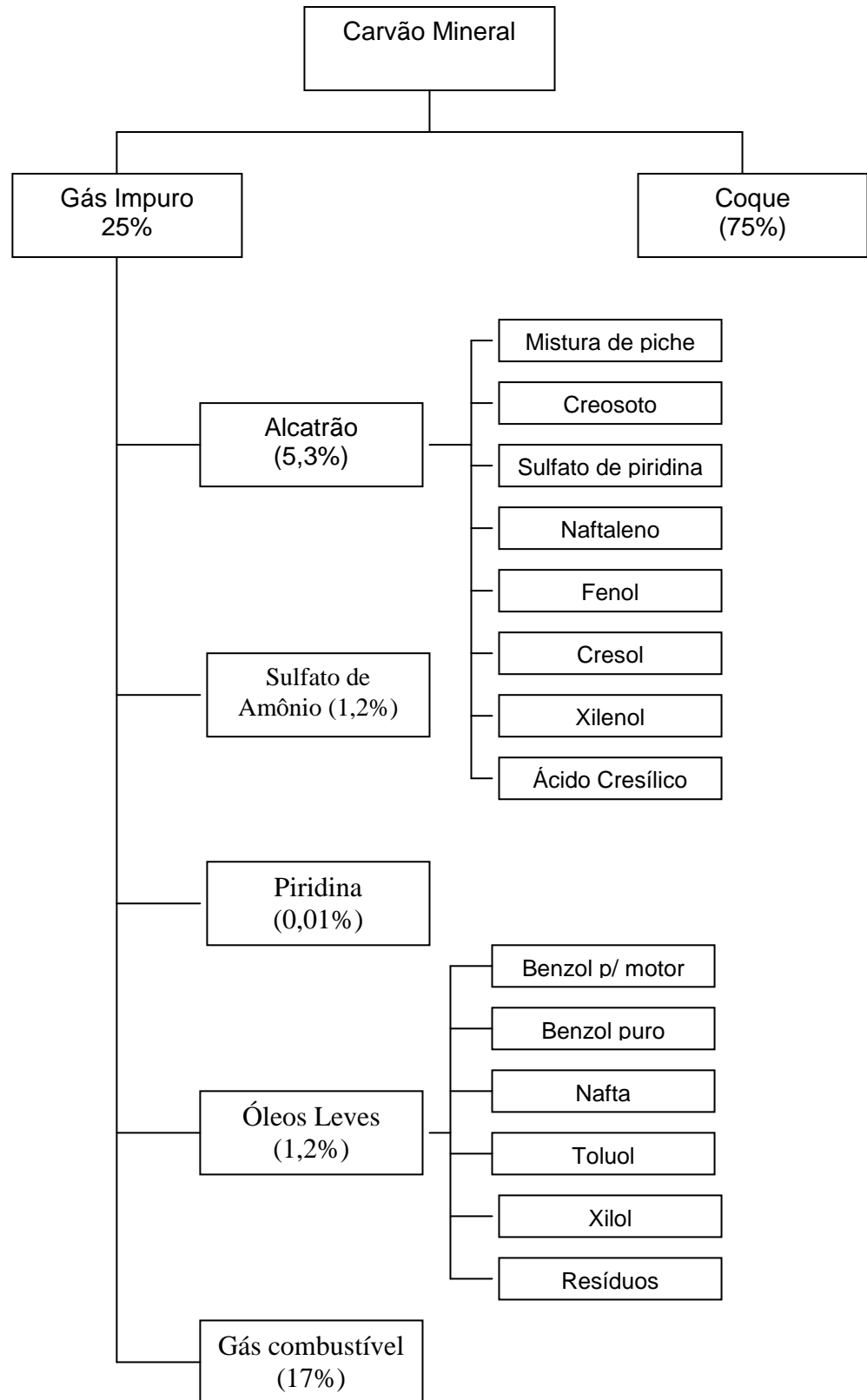


Figura 3. Principais produtos obtidos na destilação do carvão mineral. Fonte: Chiaverini, 1986.

Em áreas de manejo de florestas plantadas de eucalipto em Minas Gerais para a produção de carvão vegetal, observaram a produtividade de 100 m<sup>3</sup> de carvão por hectare para um ciclo de 8 anos. Para um consumo médio de 2,5 m<sup>3</sup> de carvão por tonelada de gusa, obtemos que cada hectare de eucalipto é suficiente para alimentar a produção de apenas 40 toneladas de gusa a cada oito anos.<sup>2</sup>

Nos dias atuais, verifica-se um grande aumento na produtividade média, da produção de eucalipto, a nível nacional, em 2004, foi de 40 m<sup>3</sup>/ha/ano de lenha, que pode gerar até 32 m<sup>3</sup>/ha/ano de carvão vegetal. (CVRD 2006)

Para o caso do carvão ser produzido a partir de lenha de origem em mata nativa, verifica-se a seguinte produtividade média de carvão, de acordo com a cobertura vegetal, considerando-se o corte raso: “floresta densa (208 t/ha), floresta aberta (119 t/ha), capoeirão (82 t/ha) e capoeira (27 t/ha).” (Queralt, Maria, 1987, pág 21).

Convertendo-se de t/ha para t/m<sup>3</sup>, para se igualar as unidades, usando-se a densidade do carvão 0,25 t/m<sup>3</sup>, tem-se: floresta densa (832 m<sup>3</sup>/ha), floresta aberta (476 m<sup>3</sup>/ha), capoeirão (328 m<sup>3</sup>/ha) e capoeira (108 m<sup>3</sup>/ha). Sendo que o tempo de cada ciclo é difícil de ser mensurado, devido aos inúmeros fatores que afetam o crescimento da floresta, verifica-se nas bibliografias consultadas de 30 a 60 anos podendo chegar a mais de 100 anos, para o caso da auto-recuperação da floresta após o corte raso com destocamento.

No caso da mata nativa, tem-se o melhor índice de produtividade, considerando-se o menor dos ciclos, 30 anos: 27,7 m<sup>3</sup>/ha/ano (832/30), bem inferior ao da plantação do eucalipto.

Comparando-se a composição química entre o carvão vegetal e o coque proveniente de carvão mineral tipo betuminoso, observa-se a vantagem do carvão vegetal em termos de carbono fixo:

---

<sup>2</sup> Chiaverini, Vicente. Tecnologia mecânica, 2 ed., 1986, pág 15.

| Composição química | Carvão vegetal % | Coque % |
|--------------------|------------------|---------|
| Cinzas             | 5                | 7       |
| Materiais voláteis | 25               | 33      |
| Carbono fixo       | 70               | 60      |

**Tabela 3. Comparativo entre a composição química do carvão vegetal e coque**  
**Fonte: Chiaverini, 1986**

O carvão vegetal possui excelente qualidade siderúrgica e não contém os elementos deletérios presentes no carvão mineral, como enxofre e fósforos, o que demonstra um dos motivos do seu uso ter se difundido no Brasil, além da baixa disponibilidade de reservas de carvão mineral nacional.

### 2.1.3 Calcário

O calcário atua como fundente, por possuir pH básico, reage com as substâncias estranhas ou impurezas contidas no minério e nas cinzas do carvão – ambos, geralmente de pH ácido, diminuindo os seus pontos de fusão e formando a escória, subproduto do alto-forno.

Para ser utilizado diretamente no alto-forno, o calcário deve possuir a seguinte especificação:

| Composição química                              | Teores limites % |
|---|------------------|
| CaO – óxido de cálcio                           | > 48             |
| MgO – óxido de magnésio                         | < 10             |
| SiO <sub>2</sub> – sílica                       | < 5              |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – alumina        | < 1,5            |
| P – fósforo                                     | < 0,05           |
| S – enxofre                                     | < 0,05           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – óxido de ferro | < 3              |

**Tabela 4. Composição química para o calcário siderúrgico**  
**Fonte: Chiaverini, 1986**

#### 2.1.4 Sucata

A sucata é um concorrente direto do ferro gusa, com a vantagem de ser mais barata e, por ser um reaproveitamento de resíduo sólido, deve ser cada vez mais incentivada o seu uso.

O gusa como matéria prima para o aço possui a grande vantagem de ter os teores de seus componentes dentro das faixas especificadas, possuir composição química conhecida e de possuir uma grande fração da energia necessária para a fase de refino, reduzindo-se substancialmente o consumo de energia elétrica da aciaria.

Em estudo recente de Maria Andrade para o BNDES, publicado em 2000, intitulado “mercado mundial de sucata”, é apresentado o vigoroso crescimento das aciarias elétricas na produção siderúrgica mundial. Estas usinas utilizam fornos elétricos a arco (EAF-Electric Arc Furnace) e consomem como o principal elemento metálico da carga a sucata. “Elas já respondem por 33% da produção mundial de aço, como as instalações físicas são comparativamente menores que as aciarias convencionais, recebem a denominação de ‘mini-mills’” (BNDES, 2000). Inclusive devido ao aumento da demanda pela sucata, há também o aumento da demanda por substitutos da sucata, como o ferro gusa e os produtos de redução direta (pré-reduzidos), visando o enobrecimento dos produtos das mini-mills.

*De forma genérica, a sucata é obtida pela eliminação de rejeitos industriais e pela obsolescência de bens de consumo e de capital. Pode ser gerada internamente à usina siderúrgica ou ser adquirida no mercado. Neste caso, antes de ser reaproveitada industrialmente e inserida na linha de produção das siderúrgicas, a sucata precisa ser coletada e beneficiada, por meio de equipamentos como prensas, tesouras e shredders. Estas atividades geralmente ficam a cargo de uma indústria sucateira - formada por agentes, distribuidores e processadores-, mas também podem ser realizadas pela própria siderúrgica, dependendo das condições de cada mercado.<sup>3</sup>*

A sucata é comercializada nas suas diversas formas de beneficiamento, variando quanto à densidade e pureza. Segundo sua origem, pode-se citar os seguintes tipos gerais de sucata:

---

<sup>3</sup> Andrade, Maria; et al. Mercado mundial de sucata. BNDES, 2000, pág 1

- Geração Interna: é o aço sucateado na própria usina, que normalmente é redirecionado diretamente para o forno, representa 30% da oferta mundial de sucata;

- Geração Industrial: é a sucata originária das montadoras e demais indústrias transformadoras de produtos siderúrgicos. Trata-se de uma sucata de alta qualidade pela composição química conhecida e pela baixa quantidade de contaminantes, representa 24%;

- Obsolescência: trata-se de bens de consumo de aço já obsoletos pelo uso, tal como automóveis, eletrodomésticos, silos e tanques de estocagem, representa 45%.

- Bens de capital sucateados: é obtida com a demolição de unidades industriais e/ou obsolescência de máquinas e equipamentos. É muito confundida, para fins estatísticos, com a sucata de obsolescência, representa 1%. (BNDES, 2000).

Diferentemente do tempo em que os fornos OH (Open Hearth) – processo Siemens-Martin, eram majoritários na siderurgia mundial e se podia utilizar qualquer combinação de metal líquido/ferro-gusa e sucata, atualmente as rotas tecnológicas preponderantes trabalham com aciarias compostas de: fornos BOF (Blown Oxygen Furnace) – processo pneumático, baseados em metal líquido e pequenas quantidades de sucata, no caso das tradicionais usinas integradas; ou fornos EAF carregados por grandes volumes de sucata e cada vez mais metálicos substitutos, no caso de “mini-mills” e usinas semi-integradas. (BNDES, 2000).

*Com uma produção total de 25 Mt de aço bruto, dos quais apenas 5,5 Mt através de fornos elétricos, o Brasil consome 7,3 Mt de sucata, representando 2,2% do total mundial. Trata-se do 14º maior consumo mundial de sucata ferrosa. Praticamente toda a sucata consumida no país é também proveniente do próprio território nacional. Os volumes de exportação e importação de sucata são insignificantes.*

*O mercado brasileiro de sucata é caracterizado por baixos níveis de organização e transparência. Os sucateiros em geral são pouco capitalizados e praticamente responsabilizam-se apenas pela coleta, atuando pouco no beneficiamento da sucata. Desse modo, as maiores consumidoras, as companhias Gerdau e Belgo, desenvolveram e administram redes de fornecimento e atuam diretamente no beneficiamento, de modo a garantir o suprimento necessário.*

*Estas duas empresas são responsáveis pela maior parte das compras no mercado interno, enquanto as integradas se abastecem fundamentalmente pela própria sucata gerada internamente.*<sup>4</sup>

| Tipo de processo | 1995 | 2000 | 2005 | 2010* |
|------------------|------|------|------|-------|
| Pneumático       | 58%  | 60%  | 60%  | 60%   |
| Elétrico         | 33%  | 35%  | 37%  | 40%   |
| Siemens-Martin   | 10%  | 6%   | 3%   | 0%    |

\* estimado

**Tabela 5. Produção mundial de aço por tipo de forno de aciaria**  
**Fonte: modificado de BNDES, 2000**

Observa-se na tabela 5 que o processo elétrico está em expansão, ocupando espaço antes atendido pelo processo Siemens-Martin, hoje ultrapassado. Dessa forma há um grande incremento na demanda da sucata e em menor escala dos produtos obtidos pela redução direta do minério de ferro – ferro esponja. O consumo do ferro gusa para esta rota tecnológica é praticamente estável, restrito a algum ajuste de qualidade da carga, como pode ser observado na tabela 6.

| Carga metálica  | 1995 | 2000 | 2005 | 2010* |
|-----------------|------|------|------|-------|
| Sucata          | 222  | 258  | 290  | 346   |
| Ferro esponja   | 31   | 43   | 60   | 75    |
| Gusa de mercado | 15   | 14   | 14   | 15    |
| Soma            | 268  | 315  | 364  | 436   |

Unidades em milhões de toneladas, \* estimado

**Tabela 6. Demanda de carga metálica em aciaria p/ processos elétricos**  
**Fonte: modificado de BNDES, 2000**

### 2.1.5 Outros minerais

Outras matérias primas são utilizadas nos processos de fabricação de aços comuns e especiais, destaque para o minério de manganês que é utilizado como dessulfurante (redução do teor enxofre) e desoxidante (redução do teor de óxidos), além de compor as ligas de ferro-manganês. Além deste, utiliza-se para a adição de características especiais ao aço: quartzo, cromita, molibdênio, minério de níquel, tungstênio, ilmenita, e outros.

<sup>4</sup> Andrade, Maria; et al. Mercado mundial de sucata. BNDES, 2000, pág 7

## 2.2 FERRO GUSA

O ferro gusa é obtido a partir da redução dos óxidos dos minérios de ferro, mediante o emprego de um redutor, que é um material a base de carbono, carvão, o qual atua como combustível e, indiretamente, supridor do carbono para as ligas ferro-carbono de alto carbono, que são os principais produtos do alto-forno.

O alto-forno tem uma geometria cilíndrica, é de grande altura, superando comumente 30 m, dividido em três partes principais: cadinho, rampa e cuba. (Chiaverini, 1986)

Cadinho corresponde à parte do alto-forno onde se acumulam o metal fundido e à escória, resultantes das reações que ocorrem em seu interior. O diâmetro do cadinho depende da capacidade do forno, geralmente é maior que 10 m, a altura freqüentemente supera 4 metros.

Na parte inferior do cadinho, a cerca de 1 m do fundo, situa-se o furo de corrida do gusa, o qual, durante a operação do forno, permanece fechado com massa refratária colocada sob pressão e, por ocasião da corrida, é aberto mediante o emprego de uma perfuratriz ou lança de oxigênio.

Mais alto que o furo de corrida do gusa, situa-se o furo de corrida de escória, a cerca de 2 m do fundo. Por sua composição química, a escória possui menor densidade, permanecendo acima do gusa mesmo em estado líquido.

Na rampa é onde ocorrem as reações químicas principais de redução do minério. Na cuba ficam armazenadas as cargas que formarão as próximas corridas.

O sistema de resfriamento do alto-forno é realizado através de água, na sua parte interior circulando através de tubos e externamente derramada em sua parede externa. (Chiaverini, 1986).

*Além da carga sólida, a quantidade de ar necessária para a operação do alto-forno é muito elevada – da ordem de 2.000 a 2.500 t por 1.000 t de gusa. Do mesmo modo a água de refrigeração, é da ordem de 20 m<sup>3</sup>/t de gusa líquido. O consumo de energia para acionamento dos vários dispositivos elétricos de carregamento, queimadores, precipitadores eletrostáticos, etc. é da ordem de 10 kWh/t de gusa líquido.<sup>5</sup>*

---

<sup>5</sup> Araújo, *apud* Chiaverini, Vicente. Tecnologia mecânica, 2 ed., 1986, pág 25

As reações químicas principais que ocorrem para a redução do ferro são:

| Reação química  | Níveis de oxidação Fe |         |
|---|-----------------------|---------|
|   | Reagente              | Produto |
| $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ | +3                    | +3 e +2 |
| $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \rightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$             | +3 e +2               | +2      |
| $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$                          | +2                    | 0       |
| $3\text{Fe} + 2\text{CO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{C} + \text{CO}_2$               | ligação metálica      |         |

**Tabela 7. Reações de oxidação do alto-forno**  
**Fonte: Chiaverini, 1986**

Foram representadas apenas as reações químicas que envolvem os átomos de ferro, em ordem decrescente de oxidação. Outras reações ocorrem com os demais átomos, presente nos outros minerais.

De uma forma simplificada, poder-se-ia falar em redução do íon Fe do seu grau máximo de oxidação +3, passando pelo seu menor nível +2, obtendo-se a sua forma reduzida, metálica, que irá reagir com o carbono livre, incorporando-o em sua estrutura. Os elementos manganês, silício, fósforo e enxofre – proveniente do carvão mineral, quando utilizado, também se incorporam ao ferro gusa.

A escória resulta da combinação do CaO e do MgO do calcário com as impurezas do minério de ferro e as cinzas do carvão. Este material, depois de solidificado, por ser um material estável, pode ser empregado como lastro de ferrovia, material isolante, e utilizado como insumo para a fabricação do cimento metalúrgico.

O gás de alto-forno é um subproduto muito importante, devido ao seu alto poder calorífico, sendo utilizado na própria usina siderúrgica, nos regeneradores, fornos diversos de aquecimento, caldeiras, etc.

### 2.2.1 Produção nacional

Costuma-se dividir o mercado nacional do gusa entre produtores independentes, que utilizam mini alto-fornos tendo o carvão vegetal como combustível, e usinas integradas, que utilizam o coque proveniente do carvão mineral. (BNDES, 2000)

O ferro gusa que é produzido visando a sua comercialização, é denominado “ferro gusa de mercado”, o mesmo é produzido pelos guseiros independentes e o mercado consumidor abrange fundições e indústrias siderúrgicas não integradas. O ferro gusa de mercado abrange, portanto, o gusa de fundição e o de aciaria, dependendo do direcionamento do seu consumo. O gusa de fundição apresenta teor de silício superior (2% a 3%) ao do gusa de aciaria (0,5%). (BNDES, 2000)

*Até meados da década de 90, a atividade dos pequenos guseiros independentes ainda era bastante informal com baixa conscientização sobre aspectos ambientais, empresariais e trabalhistas. A preocupação com reflorestamento era restrita, assim como a organização das empresas era insatisfatória. A mão de obra não especializada, necessária em grande quantidade devido ao baixo índice de mecanização da atividade, era pouco respeitada em seus direitos.*

*A partir dos anos 2.000, os guseiros independentes evoluíram, estando grande parcela organizada e consciente, trabalhando no sentido de mudar a imagem desta indústria. As empresas de Minas Gerais, que são responsáveis por 70% da produção nacional, se reúnem no Sindifer – Sindicato da Indústria de Ferro no Estado de Minas Gerais. Ressalta-se também que 13 (treze) produtores de Minas Gerais constituíram a Minas Metais, visando atuação conjunta mais fortalecida para exportar.*

*Na região de Carajás, cuja produção vem crescendo significativamente na última década, 10 (dez) empresas reúnem-se na Asica – Associação das Siderúrgicas de Carajás. Ressalta-se também a existência de um pool (VPS – Viena, Pindaré e Simasa) para exportação.<sup>6</sup>*

| Siderúrgica                | 1983   | 1988   | 1993   | 1998   | 2003   | 2006   |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Produtores independentes   | 2.467  | 4.683  | 4.803  | 4.960  | 8.104  | 9.467  |
| Usinas integradas a carvão | 2.387  | 3.117  | 2.417  | 1.468  | 1.347  | 1.709  |
| Usinas integradas a coque  | 8.091  | 15.623 | 16.493 | 18.683 | 22.564 | 21.276 |
| Soma                       | 12.945 | 23.423 | 23.713 | 25.111 | 32.015 | 32.452 |

Unidades em mil toneladas

Tabela 8. Evolução da produção guseira no País

Fonte: SINDIFER, 2007

Verifica-se um grande incremento na produção brasileira de ferro gusa, destaque para os produtores independentes. Durante o período compreendido em 1989 até 2006, o aumento da produção global foi de 2,5 vezes, enquanto que os produtores independentes aumentaram a sua produção em 3,8 vezes,

<sup>6</sup> Andrade, Maria; et al. Mineração e metalurgia. BNDES, 2000, pág 2

principalmente devido a implantação e posteriores expansões das empresas da região de Carajás. Importante destacar que todos os produtores independentes utilizam como redutor o carvão vegetal.

O gusa elaborado a partir do carvão vegetal tem menos impurezas, porém impõe a necessidade de reflorestamento. Grandes siderúrgicas que operavam alto-fornos a carvão vegetal promoveram a reversão para coque, face ao elevado custo de obtenção do carvão vegetal com a manutenção da atividade de reflorestamento em extensa área.

Cabe observar que o estado de Minas Gerais vem perdendo posição em relação à região de Carajás face aos custos mais elevados de frete internacional e portuários para exportação do produto mineiro. Deste modo o gusa de Minas Gerais vem sendo mais direcionado ao mercado interno. Com o incremento na participação, as empresas instaladas ao longo da estrada de ferro de Carajás, em 2006, já respondiam por 1/3 da capacidade nominal instalada, em relação às demais empresas nacionais.

As exportações das empresas da região de Carajás são realizadas através do porto de Ponta de Madeira-MA, enquanto as da região sudeste são embarcadas pelo porto de Vitória-ES.

Abaixo é apresentada a relação, atualizada, das siderúrgicas instaladas ao longo da Estrada de Ferro Carajás, com a sua localização e capacidade instalada. Observar que a capacidade instalada dessas indústrias já representa cerca de 35% do total das guseiras independentes do país.

Em conversa recente com empresário do setor, levantou-se que as principais restrições ao crescimento da capacidade instalada das empresas são a limitação do fornecimento do minério granulado por parte da Vale, e a dificuldade na compra de carvão de produção legalizada.

Em cada pólo de consumo de gusa ao longo da Estrada de Ferro Carajás, existe um terminal ferroviário para o desembarque de minério de ferro granulado que se destina a alimentação das usinas. O terminal é operado pela Vale. As usinas recebem o minério diretamente de Carajás, previamente classificado na especificação do tipo granulado. Do terminal, o minério segue para as usinas onde será novamente peneirado, uma vez que, durante o transporte e movimentação, finos de minério são gerados devido à baixa resistência mecânica do minério "in natura". Os finos serão posteriormente devolvidos ao fornecedor, que irá embarcá-lo

diretamente para São Luiz, com a finalidade de exportação. O minério granulado é estocado no pátio das usinas até o seu envio ao alto-forno. O gusa produzido é encaminhado ao terminal, onde será embarcado com destino ao porto no Maranhão.

A Estrada de Ferro Carajás possui 892 km de extensão e liga a jazida de minério de ferro em Carajás, Estado do Pará, aos terminais portuários de Ponta da Madeira e Itaqui no Estado do Maranhão, tudo operado pela Vale.

| Empresa                                   | Localização | Altos Fornos | Capacidade nominal (mil t/ano) |
|---|-------------|--------------|--------------------------------|
| Viena Siderúrgica do Maranhão S/A         | Açailândia  | 5            | 600                            |
| Cosipar - Cia. Siderúrgica do Pará        | Marabá      | 4            | 504                            |
| Ibérica - Siderúrgica Ibérica do Pará S/A | Marabá      | 3            | 420                            |
| Cia. Siderúrgica Vale do Pindaré          | Açailândia  | 3            | 408                            |
| Gusa Nordeste S/A                         | Açailândia  | 3            | 360                            |
| Ferro Gusa Carajas                        | Marabá      | 2            | 360                            |
| Usimar - Usina Siderúrgica Marabá         | Marabá      | 3            | 360                            |
| Sidepar Sid. Do Pará S/A                  | Marabá      | 2            | 360                            |
| Simara - Sid. Marabá S/A                  | Marabá      | 2            | 264                            |
| Cosima - Cia. Siderurgica do Maranhão     | St. Inês    | 2            | 264                            |
| Fergumar – Ferro Gusa do Maranhão Ltda    | Açailândia  | 2            | 216                            |
| Simasa - Sid. Maranhão S/A                | Açailândia  | 2            | 216                            |
| Sidernorte                                | Marabá      | 1            | 180                            |
| Terra Metais Ltda                         | Marabá      | 2            | 180                            |
| Margusa - Maranhão Gusa S/A               | Rosário     | 2            | 180                            |
| Soma                                      |             | 38           | 4.872                          |
| Total nacional                            |             | 154          | 14.058                         |

Unidades em mil toneladas

Tabela 9. Siderúrgicas da região de Carajás

Fonte: modificado de SINDIFER, 2007

## 2.2.2 Produção mundial

A produção mundial do ferro gusa engloba o gusa propriamente dito, que é produzido para comercialização – gusa de mercado, e o gusa produto intermediário na fabricação do aço, que é produzido e consumido nas siderúrgicas integradas.

Observa-se ser este um mercado em ampla expansão, impulsionado principalmente pela China, que, de 1997 a 2006, 9 anos, teve um incremento de produção de 360%.

O Brasil apresenta produção crescente neste mercado, mas com participação decrescente, pois o seu crescimento no período considerado, cerca de 30%, não acompanhou o crescimento global de 61%.

| Países         | 1997    | 2000    | 2003    | 2006    |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| China          | 115.114 | 131.034 | 213.785 | 413.635 |
| Japão          | 78.519  | 81.071  | 82.091  | 84.270  |
| Rússia         | 37.207  | 44.536  | 48.325  | 51.742  |
| EUA            | 49.604  | 47.878  | 40.644  | 37.903  |
| Ucrânia        | 20.496  | 25.697  | 29.528  | 32.937  |
| Brasil         | 25.013  | 27.723  | 32.038  | 32.452  |
| Alemanha       | 30.940  | 30.845  | 29.841  | 30.360  |
| Índia          | 21.096  | 21.321  | 26.550  | 28.256  |
| Coréia Sul     | 22.712  | 24.937  | 27.314  | 27.559  |
| França         | 13.316  | 13.916  | 12.972  | 13.013  |
| Itália         | 11.305  | 11.220  | 10.148  | 11.497  |
| Reino Unido    | 13.054  | 10.890  | 10.228  | 10.696  |
| Taiwan (china) | 8.870   | 9.618   | 10.260  | 10.407  |
| Outros         | 99.400  | 95.590  | 96.379  | 96.403  |
| Mundo          | 546.646 | 576.276 | 670.103 | 881.130 |

Unidades em mil toneladas

Tabela 10. Principais produtores de ferro gusa do mundo

Fonte: IISI, 2007

### **2.2.3 Mercado nacional**

Em 2006, o gusa produzido para a comercialização no país, também denominado gusa de mercado, totalizou 9,5 milhões de t, destes, cerca de 86% destinou-se as aciarias e 14% para as fundições.

O mercado interno de gusa de aciaria é dependente do comportamento do mercado siderúrgico nacional e internacional, visto que, nas fases de maior demanda de aço para consumo no país e para exportação, as siderúrgicas integradas utilizam o gusa para elevar a produção de aço, adquirindo o gusa no mercado para o aumento da produção na unidade de aciaria.

Ressalta-se também a dependência do consumo de gusa de mercado com o preço e a disponibilidade de sucata, visto tratar-se de carga metálica alternativa na operação das siderúrgicas não integradas que utilizam fornos elétricos para produção de aço.

| Ano  | Gusa para fundição |     | Gusa para aciaria |     | Total  |
|------|--------------------|-----|-------------------|-----|--------|
|      | mil ton            | %   | mil ton           | %   |        |
| 1983 | 1.628              | 66% | 839               | 34% | 2.467  |
| 1984 | 1.811              | 52% | 1.672             | 48% | 3.484  |
| 1985 | 1.997              | 52% | 1.843             | 48% | 3.840  |
| 1986 | 2.572              | 57% | 1.940             | 43% | 4.512  |
| 1987 | 2.291              | 52% | 2.115             | 48% | 4.406  |
| 1988 | 2.295              | 49% | 2.389             | 51% | 4.683  |
| 1989 | 2.848              | 47% | 3.245             | 53% | 6.092  |
| 1990 | 2.249              | 40% | 3.374             | 60% | 5.623  |
| 1991 | 2.285              | 50% | 2.249             | 50% | 4.534  |
| 1992 | 1.797              | 41% | 2.586             | 59% | 4.383  |
| 1993 | 2.111              | 44% | 2.692             | 56% | 4.803  |
| 1994 | 2.274              | 42% | 3.173             | 58% | 5.447  |
| 1995 | 2.127              | 41% | 3.019             | 59% | 5.146  |
| 1996 | 1.305              | 30% | 3.055             | 70% | 4.359  |
| 1997 | 1.537              | 32% | 3.226             | 68% | 4.763  |
| 1998 | 1.377              | 28% | 3.583             | 72% | 4.960  |
| 1999 | 1.414              | 26% | 3.987             | 74% | 5.401  |
| 2000 | 1.631              | 27% | 4.514             | 73% | 6.145  |
| 2001 | 1.486              | 23% | 5.025             | 77% | 6.510  |
| 2002 | 1.288              | 19% | 5.472             | 81% | 6.760  |
| 2003 | 1.429              | 18% | 6.675             | 82% | 8.104  |
| 2004 | 1.681              | 17% | 8.404             | 83% | 10.085 |
| 2005 | 1.620              | 17% | 8.154             | 83% | 9.774  |
| 2006 | 1.372              | 14% | 8.095             | 86% | 9.467  |

Unidades em mil toneladas

Tabela 11. Produção do gusa de mercado

Fonte: SINDIFER, 2007

Convém, entretanto, salientar que o consumo de gusa de aciaria nos fornos elétricos no Brasil é bastante inferior ao de sucata. Em 1999 o consumo interno de sucata atingiu 7,7 milhões de t. Em relação ao gusa de fundição, reafirma-se a sua

dependência da performance da indústria automobilística, que consome quase 50% da produção brasileira de fundidos de ferro. (BNDES, 2000)

*A indústria de fundição é um segmento da economia que se caracteriza pela produção de bens intermediários e fornece seus produtos para indústrias de diversos segmentos. Entre estes, destacam-se as indústrias automobilística, de construção ferroviária e naval, de bens de capital (principalmente máquinas e implementos agrícolas) e de base, como a siderúrgica (lingoteiras e cilindros); outros importantes demandantes de fundidos são o setor de mineração e fabricação de cimento (corpos moedores e peças de desgaste) e ainda o de extração/refino de petróleo (válvulas e outras peças). No entanto, dados estatísticos revelam que existe forte concentração das vendas (49%) para as indústrias montadora de veículos e de autopeças, seguida da indústria siderúrgica, mecânica e de infra-estrutura, com, respectivamente, 15%, 11% e 4% do total da produção de fundidos.<sup>7</sup>*

| Anos | Minas Gerais |          | Espírito Santo |          | Carajás | Outros  | Total |
|------|--------------|----------|----------------|----------|---------|---------|-------|
|      | Aciaria      | Fundição | Aciaria        | Fundição | Aciaria | Aciaria |       |
| 1998 | 1.107        | 609      | 65             | 3        | 10      | 90      | 1.884 |
| 1999 | 1.357        | 586      | 106            | 11       | 0       | 94      | 2.154 |
| 2000 | 1.502        | 623      | 97             | 15       | 0       | 81      | 2.318 |
| 2001 | 1.288        | 595      | 113            | 12       | 0       | 96      | 2.104 |
| 2002 | 1.468        | 576      | 181            | 8        | 0       | 96      | 2.329 |
| 2003 | 2.113        | 622      | 191            | 38       | 0       | 96      | 3.059 |
| 2004 | 2.330        | 728      | 143            | 47       | 0       | 180     | 3.428 |
| 2005 | 1.870        | 641      | 177            | 54       | 0       | 239     | 2.981 |
| 2006 | 2.396        | 663      | 80             | 35       | 0       | 284     | 3.458 |

Unidades em mil toneladas

Tabela 12. Comercialização do gusa no mercado interno

Fonte: SINDIFER, 2007

Verifica-se com a tabela 11 que toda a produção das siderúrgicas de Carajás é voltada para a exportação. O produção do gusa, em 2006, dos produtores independentes foi de 9.467 mil t (tabela 7), sendo que o mercado interno absorveu apenas 2.396 mil t, ou 25%. O que demonstra a vocação brasileira nesse segmento. Por ser uma indústria com grande potencial poluidor, deve-se almejar a verticalização da produção visando exportar produtos de maior valor agregado.

<sup>7</sup> Indústria brasileira de fundição, BNDES, 1996, pág 2.

## 2.2.4 Mercado internacional

O Brasil é o maior exportador mundial (6,3 milhões de t em 2006) seguido da Rússia. Estes dois países em conjunto representam 71% do comércio internacional. Devido ao baixo valor agregado ao ferro gusa, inclusive podendo o mesmo ser considerado como um produto intermediário do aço, observa-se que as exportações concentram-se em países do Terceiro Mundo industrializado. Algumas exceções como a do Japão, são observadas em alguns anos específicos, devido ao excesso de gusa produzido em suas usinas integradas, que são prioritariamente exportados.

Observa-se um grande incremento das exportações brasileiras da década de 90 para a década atual, o que demonstra que o país está consolidando sua posição de liderança nesse mercado, e a sua produção está substituindo a de outros “players” internacionais.

### 2.2.4.1 Principais exportadores mundiais

| Países  | 1990   | 1993  | 1996   | 1999   | 2002   | 2005   | 2006   |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Brasil  | 3.382  | 1.859 | 2.538  | 3.031  | 4.401  | 7.086  | 6.251  |
| Rússia  | -      | 2.268 | 2.109  | 2.796  | 4.030  | 4.949  | 6.237  |
| China   | 549    | 340   | 3.594  | 1.673  | 397    | 2.243  | 867    |
| Ucrânia | -      | 2.701 | 783    | 1.882  | 545    | 316    | 1.250  |
| Japão   | 25     | 303   | 954    | 1.734  | 679    | 32     | 37     |
| Índia   | 1      | 492   | -      | 212    | 283    | 316    | 680    |
| Outros  | 8.803  | 1.566 | 1.115  | 1.542  | 1.138  | 2.558  | 2.284  |
| Mundo   | 12.760 | 9.529 | 11.093 | 12.870 | 11.473 | 17.500 | 17.606 |

Unidades em mil toneladas

Tabela 13. Principais exportadores mundiais de ferro gusa

Fonte: IISI, 2007; Sinferbase.

As exportações brasileiras direcionam-se principalmente aos Estados Unidos (79%), Taiwan, Europa e Japão. O ferro gusa exportado pela Rússia permanece preferencialmente na Europa, indo o excesso de produção para os Estados Unidos. As exportações da China, que vêm decrescendo desde 1997 devido ao aumento da demanda interna, têm como principais mercados a Coreia e Taiwan. As usinas

integradas japonesas exportam seu excesso de produção de ferro gusa nas fases de baixa demanda de aço. A Ucrânia exporta principalmente para Itália, Turquia e Estados Unidos. O ferro gusa produzido pela Índia apresenta menor qualidade e é direcionado ao sudeste asiático, pois apresenta desvantagem no frete para o Atlântico.

#### 2.2.4.2 Principais importadores mundiais

Os Estados Unidos responderam por 38% das importações do gusa de mercado no ano de 2006, o que demonstra a importância deste mercado para os produtores nacionais, principalmente aos localizados ao longo da Estrada de Ferro Carajás, por questões de logística e de custo do frete.

| Países      | 1990   | 1993   | 1996   | 1999   | 2002   | 2005   | 2006   |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| EUA         | 347    | 828    | 2.657  | 4.992  | 4.623  | 6.029  | 6.731  |
| U.E         | 3.269  | 1.891  | 2.851  | 2.896  | 2.686  | 4.654  | 4.905  |
| Coréia Sul  | 984    | 1.483  | 2.477  | 2.752  | 1.365  | 1.508  | 850    |
| Taiwan      | 607    | 897    | 850    | 952    | 940    | 863    | 683    |
| Outros Ásia | 5.486  | 3.668  | 1.960  | 805    | 1.356  | 3.098  | 2.594  |
| Outros      | 4.426  | 1.293  | 925    | 767    | 1.467  | 2.192  | 2.293  |
| Mundo       | 15.119 | 10.060 | 11.720 | 13.164 | 12.437 | 18.344 | 18.056 |

Unidades em mil toneladas

**Tabela 14. Principais importadores mundiais de ferro gusa**

Fonte: IISI, 2007; Sinferbase

Importante observar que os valores de exportações e importações não são coincidentes em nenhum ano. Apesar dos valores terem a mesma origem, o Instituto Internacional para o Ferro e Aço, eles diferem, por serem dados declaratórios dos Países para a entidade, o que demonstra a dificuldade para elaborar uma publicação com dados confiáveis de informações provenientes de diversos países do globo.

#### 2.2.5 Preço do ferro gusa

O preço do ferro gusa no mercado internacional é dependente não apenas dos ciclos de demanda e preço da siderurgia como também do preço dos metálicos

alternativos ao gusa de aciaria: sucata e redução direta, principalmente ferro esponja.

De acordo com o artigo do BNDES, 2000:

*O preço do gusa de aciaria é cerca de 15% superior ao preço dos pré-reduzidos (DRI/HBI). Comparando-se ao preço da sucata shredder, o preço do gusa de aciaria deve ser acrescido ao desta sucata de melhor qualidade, de um prêmio (de cerca de US\$ 15,00 por mil t) devido à sua maior pureza, que confere maior qualidade à carga de metálicos no forno.*

*Ressalta-se que preços inferiores a US\$ 120,00/t para o gusa de aciaria e US\$ 140,00/t para o gusa de fundição, dificilmente viabilizam economicamente a atividade dos guseiros independentes.*

*Observa-se que os preços do gusa de fundição são cerca de US\$ 20,00/t superiores aos do gusa de aciaria, pelo custo decorrente da incorporação de maior teor de silício no processo produtivo. Os preços do ferro gusa acompanham a evolução dos preços dos produtos siderúrgicos.<sup>8</sup>*

A principal referência internacional para preços de produtos siderúrgicos são os preços praticados no mercado dos Estados Unidos, segue abaixo levantamento realizado pelo serviço geológico americano:

| Produto              | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Minério de ferro (1) | 26,04  | 32,30  | 37,92  | 44,50  |
| Gusa de aciaria      | 104,80 | 109,00 | 147,20 | 161,30 |
| Gusa de fundição     | 125,00 | 127,00 | 166,20 | 180,30 |
| Sucata (2)           | 88,21  | 108,00 | 205,00 | 188,51 |
| Escória              | 15,50  | 15,00  | 15,50  | 17,20  |

Fonte: U.S. Geological Survey, 2007

Tabela 15. Preços praticados no mercado americano

1: Calculado para o teor médio de Fe comercializado no mundo

2: No. 1 Heavy Melting composite - que corresponde à sucata pesada de obsolescência;

Unidades em US\$ por tonelada métrica

Verifica-se grandes variações de preço no caso da sucata, o que pode ser explicado por aspectos locais como logística de transporte e concentração de empresas demandantes e ofertantes de sucata, permitindo uma flutuação significativa não só de país para país como em microregiões.

A sucata é um concorrente direto do ferro gusa, seria teoricamente mais barata, devido a ser um material “descartado”. Observa-se que pode até suplantar

<sup>8</sup> Andrade, Maria; et al. Mineração e metalurgia, BNDES, 2000. pág 2

em preço o ferro gusa, de acordo com a tabela 15. As razões desses possíveis desvios seriam o incentivo em se utilizar material que de outro modo seria resíduo sólido e a outra seria da sucata normalmente ser gerada em proximidade geográfica das usinas siderúrgicas, que tendem a estar instaladas em grandes distritos industriais.

### 3 PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

A sociedade demonstra repensar qual o custo que estaria disposta a pagar para ter acesso aos bens de consumo, tão indispensáveis ao seu bem estar social. No caso dos produtos siderúrgicos da região considerada no estudo, verifica-se que há um grande potencial poluidor, além da degradação ambiental pelo uso de produto florestal – o carvão vegetal.

O carvão, que é fornecido às siderúrgicas da região, pode ter origem de resíduos de serraria – toras sem valor comercial, de áreas reflorestadas ou de áreas de desmatamento – principalmente de novas áreas para pecuária, que exige grande extensão de terras.

Pode-se imaginar que muitos dos empreendimentos siderúrgicos que se instalaram na região, não possuíam na época do projeto – fase em que estudaram a viabilidade econômica de sua implantação, de reservas florestais suficientes ou de fornecedores com tais disponibilidades para garantir o suprimento legal do carvão vegetal – insumo vital ao funcionamento desse setor. Desde então, essas empresas vêm funcionando com o suprimento precário desse insumo, pressionando ou até influenciando diretamente no desmatamento florestal da região.

As poucas soluções possíveis dessa questão seriam: a substituição do carvão vegetal por seu correspondente mineral, o que acarretaria diretamente em dificuldades logística de transporte, uma vez que a estrada de ferro é operacionalizada pela Vale no limite de sua capacidade, ou a implantação de projetos de manejo florestal, podendo inclusive recuperar áreas já degradadas pela pecuária, plantando florestas de espécies exóticas de rápido crescimento, o que iria reduzir a pressão por agressão de novas áreas.

#### 3.1 MANEJO FLORESTAL

Manejo florestal nada mais é que a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema. Esta definição deixa claro que para ser sustentável, o manejo florestal deve ser economicamente viável, ecologicamente sustentável e socialmente justo. (IBAMA)

A exploração florestal, ou seja, a produção de madeira e de outros produtos florestais (resinas, raízes, cascas, cipós etc), têm como fonte de matéria-prima legal, somente as florestas exploradas sob regime sustentável, através de Planos de Manejo Florestal Sustentável ou por meio de desmatamentos autorizados.

O manejo florestal é planejado e operado através de um documento técnico denominado Plano de Manejo, mediante o qual, com fundamentos nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, se estabelece seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade, visando assegurar a viabilidade econômica da exploração da área.

A lei nº 9.985, de julho de 2000, institui o SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, composto por unidades de conservação federais, estaduais e municipais objetivando, de forma ampla, promover o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais.

Em seu Artigo 27, a lei estabelece que as Unidades de Conservação devem dispor de um Plano de Manejo, não apenas para a Unidade de Conservação em si como também para sua Zona de Amortecimento e corredores ecológicos. Veja-se transcrito o dispositivo:

As atividades de manejo não degradam a floresta se corretamente conduzidas, porém podem alterar a qualidade do ecossistema por influir na distribuição e composição das espécies e nos processos ambientais, esse risco pode ser estimado no próprio plano de manejo, e monitorado ao longo da execução do mesmo.

Assim, o manejo de florestas nativas deve englobar um conjunto de procedimentos e técnicas que assegurem:

1. A permanente capacidade da floresta oferecer produtos e serviços, diretos e indiretos.
2. A capacidade de regeneração natural.
3. A capacidade de manutenção da biodiversidade. (IBAMA)

Na internet<sup>9</sup> foram tornadas públicas premissas da Associação das Siderúrgicas de Carajás – ASICA, em relação ao sistema produtivo e ao suprimento do carvão vegetal. Citamo-las abaixo:

---

<sup>9</sup> NETO, Euclides. Tipos gerais de indústrias e sistemas básicos produção. 2007

### Sistema produtivo

- i. Utilização de recursos florestais através de processos tecnológicos apropriados capazes de minimizar os impactos nos ecossistemas e de concorrerem para a sustentabilidade da usina siderúrgica, reduzindo perdas e desperdícios comuns neste tipo de atividade;
- ii. Orientação a atividade florestal de modo que seus níveis de impactos sejam minimizados;
- iii. A consideração do meio ambiente como variável econômica nas decisões da Empresa;
- iv. A racionalização do uso de recursos florestais de modo a manter a sustentabilidade dos ecossistemas, através da prática do manejo florestal;
- v. A reabilitação de áreas degradadas, incorporando sistemas de reflorestamento;
- vi. Desenvolvimento de métodos de gestão ambiental baseados em normas nacionais e internacionais, como a ISO 14000 e o Selo Verde;
- vii. A busca da certificação florestal, como ferramenta efetiva de identificação de práticas florestais sócio-ambientalmente adequadas;
- viii. Implantação de um viveiro florestal para produção de mudas de eucalipto, espécies nativas da região e espécies exóticas para aplicação nos projetos de manejo e reflorestamento;
- ix. Capacitação da mão-de-obra local para as atividades de produção de mudas, plantio, corte, combate a incêndios florestais, transporte e carvoejamento;
- x. Participação, junto ao Fundo Florestal Carajás, criado pela ASICA – Associação das Siderúrgicas de Carajás, cujo objetivo é garantir a sustentabilidade das atividades siderúrgicas da região;
- xi. Desenvolvimento e implantação de um programa em parceria com fazendeiros da região, que possuam áreas degradadas, visando reflorestá-las. De modo geral, consta de uma parceria entre a Empresa e o proprietário da terra, onde a Empresa fornece a muda e os insumos básicos (adubo, formicida) e o proprietário entra com a terra, plantio e manutenção

da floresta plantada. Pode-se utilizar a área para consorciar outras culturas ou atividades (ex: pecuária);

- xii. Trabalho em prol da “Agenda Pará”, compromisso entre a CVRD, Governo do Estado e Siderúrgicas. (Neto, 2007).

Suprimento de carvão:

- i. Elaboração de um Plano de Ação consistente, baseado em dados reais, refletindo a situação atual do suprimento de carvão, identificando as necessidades para atender o consumo dos dois Alto-fornos a serem implantados.
- ii. Elaboração de contratos de fornecimento de resíduos de madeira para carbonização com serrarias estabelecidas legalmente na região e com seus respectivos planos de manejo florestal aprovados pelos órgãos responsáveis.
- iii. Definição da Política de Compras de Carvão transparente e adequada aos produtores da região.
- iv. Identificação das melhorias que podem ser feitas no sistema de produção de carvão, visando maior qualidade do produto, produtividade e redução de custos.
- v. Identificação e análise das alternativas à produção de carvão convencional, bem como os custos das mesmas. Por exemplo, a fabricação de carvão de coco babaçu, serragem prensada etc.
- vi. Cadastramento e mapeamento dos produtores e transportadores de carvão da região, identificando a potencialidade, necessidade de ampliação, origem dos resíduos de madeira, qualidade do carvão produzido.
- vii. Atendimento das exigências legais definidas pelos órgãos ambientais.
- viii. Desenvolvimento de centrais de carbonização próprias para exploração da madeira proveniente dos reflorestamentos (Neto, 2007).

Verifica-se que as premissas estão voltadas a redução do impacto causado pela atividade econômica além de tentar garantir o seu funcionamento de forma sustentável. Cabe, então, ao poder público, tornar obrigatório a implantação e a manutenção ao longo do tempo, dessas regras, visando o ganho da sociedade, com

a redução do impacto ambiental e em última instância, a garantia do funcionamento do empreendimento de forma ambientalmente responsável.

Em recente entrevista ao Repórter Brasil, intitulada: Produção ilegal de carvão vegetal gera desmatamento e escravidão na Amazônia, é apresentada pesquisa que mostra que o aumento da produção de carvão vegetal para siderúrgicas favorece exploração ilegal de madeira e trabalho escravo no Pará e Maranhão, chegando a afirmar que quase 60% do carvão vegetal consumido na região é produzido ilegalmente.

*Segundo o professor da UFPA - Maurílio Monteiro, a produção de 3,5 milhões de toneladas de carvão vegetal, consumida pelo setor siderúrgico brasileiro, requer um volume de 22,2 milhões de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) em toras de madeira. Esse valor é muito superior ao volume autorizado (9,4 milhões de m<sup>3</sup>) pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) para a extração no Maranhão e Pará. Esses estados são produtores de carvão contam com usinas siderúrgicas abastecidas com o minério de ferro da Serra dos Carajás. Ou seja, os mais de 12 milhões restantes são fruto da exploração ilegal.<sup>10</sup>*  
(Camargo, Beatriz, entrevista, 2006).

De acordo com a entrevista, os dados de consumo de carvão vegetal são apresentados anualmente ao IBAMA na declaração de origem da matéria prima florestal. Para os anos de 2003 e 2004 as empresas siderúrgicas citadas não conseguiram demonstrar a origem de cerca de 60% do carvão adquirido, o que leva o entrevistado a concluir que esta omissão por parte das empresas representa o volume de matéria prima de origem ilegal que é adquirido.

O entrevistado verifica uma repercussão direta entre a extração ilegal da madeira para carvoejamento e a utilização de mão-de-obra infantil na fabricação do carvão, atividade esta bastante penosa e insalubre. “Hoje, só são competitivas no mercado internacional porque compram carvão vegetal de quem usa trabalho penoso, escravo ou infantil, não cumprem a legislação trabalhista e desmatam ilegalmente” (Camargo, Beatriz, entrevista, 2006).

As empresas ao adquirirem no mercado clandestino, carvão vegetal, buscando baratear o custo deste insumo, estão em última instância incentivando o uso das piores práticas de fabricação do carvão – através do uso de fornos de baixa eficiência, desmatamento ilegal e uso de mão-de-obra informal. Dessa forma, transmitem para a sociedade uma visão péssima para o setor produtivo e colocam

---

<sup>10</sup> Camargo, Beatriz. Produção ilegal de carvão vegetal gera desmatamento e escravidão na Amazônia, entrevista a Maurílio Monteiro, 2006

em risco a sua própria sobrevivência, devido ao consumo predatório das florestas e das ilegalidades cometidas.

### **3.1.1 Exploração de impacto reduzido**

A exploração de impacto reduzido é assim chamada por comparação com as explorações de alto impacto e de baixo impacto. Por alto impacto entende-se a exploração convencional, destrutiva, e por baixo impacto a exploração tradicional, realizada há séculos principalmente pelas populações ribeirinhas, que retiram baixo volume de madeira e causam poucos danos à mata.

Apesar de parecer um tapete verde homogêneo, a floresta amazônica é várias florestas, que variam muito em topografia, pluviometria, ocorrência de espécies comerciais, densidade e distribuição da presença humana etc. Por isso, não existe um só método de exploração de impacto reduzido, mas vários. De maneira geral, entretanto, as práticas sustentáveis de exploração madeireira na Amazônia filiam-se ao sistema silvicultural policíclico, ou seletivo. (Fundação Floresta Tropical)

Explorando a floresta racionalmente e com impacto reduzido, é possível voltar a cortar madeira em 30 anos, contra os 60 anos ou mais da exploração convencional.

A exploração de impacto reduzido está fundada em tecnologia adequada, planejamento, treinamento e desenvolvimento de mão-de-obra especializada. O bom manejo é economicamente viável e, a longo prazo, mais barato que a exploração convencional.

### **3.1.2 Floresta plantada**

Diferentemente do reflorestamento, a floresta plantada comercial é a baseada no cultivo de espécies exóticas, de crescimento rápido, baixa diversidade biológica – normalmente monocultura. Visa obter altos índices de produtividade por hectare. As espécies mais comuns são de pinus e eucalipto.

Uma das grandes vantagens dessa plantação, é que a mesma pode ocupar as áreas já degradadas pela pecuária ou agricultura, reduzindo a demanda por desmatamento de floresta nativa.

*A pesquisa genética reduziu o tempo de maturação das espécies de rápido crescimento; sob boas condições bioclimáticas (radiação solar, pluviosidade) e com uso de adubo e pesticida é possível reduzir o ciclo de rotação de eucalipto a 5-7 anos e a 20-25 anos no caso de pinus, com rendimento anual de 30-45 m<sup>3</sup> de madeira por hectare.<sup>11</sup>*

Do ponto de vista técnico, o carvão produzido a partir da madeira do eucalipto é da mesma qualidade da madeira de floresta nativa, inclusive existindo diversos tipos de espécimes de eucalipto disponíveis no mercado, adaptáveis a diversos tipos de clima e solo.

As empresas citadas no trabalho, inclusive, possuem áreas reflorestadas com o eucalipto, ainda não em quantidades suficientes para o abastecimento de suas necessidades, mas a tendência é o aumento progressivo das áreas plantadas.

*Tradicionalmente, no Pará, o baixo custo da matéria-prima nativa não justificava o investimento em plantações, pois estas se tornam muito caras devido às pragas típicas dos ecossistemas tropicais, e ao ritmo de crescimento desconhecido (e pouco influenciável) das espécies nativas. O baixo custo da matéria-prima deriva da abundância da madeira acessível sem custos (floresta em terras devolutas) ou por preços muito baixos (compra de direitos de corte ou troca por construção de estradas), o que significa que o único custo real é o transporte.<sup>12</sup>*

Além das dificuldades e custos decorrentes das pragas, existe o alto custo associado ao investimento na compra de grandes extensões de terras, preparação do solo e cultivo e desenvolvimento das mudas. Dificultando sobremaneira a implantação do projeto, visando o suprimento do carvão. Contudo, cabe as empresa buscar a operação de sua indústria de forma sustentada, sob todos os aspectos, sejam eles ambientais, econômicos ou sociais.

---

<sup>11</sup> Scholz, Imme. SECTAM 2002, pág. 25

<sup>12</sup> Scholz, Imme. SECTAM 2002, pág. 33

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões ambientais estão, cada vez mais, fazendo parte do cotidiano das pessoas e, as entidades civis organizadas, cada vez mais se tornam mais atuantes em seu trabalho de fiscalização e conscientização da população.

Em relação à atividade de produção do ferro gusa, ela é necessária ao desenvolvimento do país por produzir matéria prima de excelente qualidade para a fabricação do aço, e para a região onde estão instaladas pelo desenvolvimento econômico e social que os empreendimentos causam na economia regional.

Do ponto de vista ambiental, essas empresas não são as únicas responsáveis pelo desmatamento das florestas, tampouco pela exploração de mão-de-obra ilegal. Atividades como pecuária extensiva e a derrubada de madeira para uso na construção civil são tão mais danosas quando operadas sem o devido licenciamento ambiental.

As empresas seriam responsáveis sim, pelo aumento na pressão pelo desmatamento de novas áreas, para a obtenção da madeira, necessária à produção do carvão vegetal. Por ser um setor forte, com a produção voltada à exportação a países de maior nível de desenvolvimento econômico e maior conscientização ecológica, é surpreendente, que essas empresas não tenham previsto, ainda na fase de projeto que iriam necessitar de grandes áreas de florestas operadas em sistema de manejo, visando a sustentabilidade da produção carvoeira, necessária ao consumo do empreendimento e as futuras expansões de produção.

Verifica-se, dessa forma, que somente através da coerção do poder público, é que esse segmento irá se enquadrar as suas responsabilidades ambientais.

## BIBLIOGRAFIA

Andrade, Maria; et al. Mercado mundial de sucata - Área de operações industriais 2 BNDES, 2000.

Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>> Acesso em 10 dezembro 2007.

Andrade, Maria; et al. Mineração e metalurgia, nº 41. Ferro Gusa: Metálico Alternativo - Área de operações industriais 2 - BNDES, 2000.

Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>> Acesso em 10 dezembro 2007.

Apresentação CVRD-DIPS - Seminário ABM 12 Set 2006

Anuário 2007. Sindicato da Indústria de Ferro no Estado de Minas Gerais.

Disponível em <[http://www.sindifer.com.br/Anuario\\_2007.html](http://www.sindifer.com.br/Anuario_2007.html)> Acesso em 15 dezembro 2007.

Camargo, Beatriz. Produção ilegal de carvão vegetal gera desmatamento e escravidão na Amazônia, entrevista a Maurílio Monteiro, 2006.

Disponível em [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro3/arquivos/TA502-05032006-231222.DOC](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA502-05032006-231222.DOC) > Acesso em 15 janeiro 2007.

Chiaverini, Vicente. Tecnologia mecânica, 2 ed. McGraw-Hill, 1986.

Indústria brasileira de fundição - segmento de peças para o setor automotivo BNDES, 1996.

Disponível em <<http://www.usgs.gov>> Acesso em 10 dezembro 2007.

Iron ore products, Marketing & Sales Department, CVRD 2006.

Disponível em <<http://www.cvr.com.br>> Acesso em 15 janeiro 2008.

Kertzman, Fernando; ET al. Plano de Manejo - Floresta Nacional de Ipanema IBAMA.

Disponível em <<http://www.ibama.gov.br>> Acesso em 15 janeiro 2008.

Manejo Florestal Sustentável e Exploração de Impacto Reduzido na Amazônia Brasileira. Fundação Floresta Tropical

Disponível em <<http://www.revistaelo.com.br>> Acesso em 15 janeiro 2008.

Neto, Euclides. Tipos gerais de indústrias e sistemas básicos produção. 2007

Disponível em <[http://www.projefin.com/fluxos\\_d\\_ind02.asp](http://www.projefin.com/fluxos_d_ind02.asp)> Acesso em 15 janeiro 2008.

Queralt, Maria. A polêmica questão do carvoejamento no programa Grande Carajás Pará Desenvolvimento, IDESP, nº 22, 1987, fl 16 a 22

Scholz, Imme. Comércio, meio ambiente e competitividade: o caso da indústria madeireira do Pará. Belém, SECTAM, 2002.

Steel Statistical Yearbook 2007, IISI - Internacional Iron and Steel Institute  
Committee on Economic Studies - Brussels, 2007.  
Disponível em <[http:// www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org) > Acesso em 15 dezembro 2007.

U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2007.  
Disponível em <[http:// www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)> Acesso em 02 janeiro 2008.