

**Em busca de carvão vegetal barato:
o deslocamento de siderúrgicas para a Amazônia***

Maurílio de Abreu Monteiro**

Resumo

O artigo analisa o processo de instalação, na Amazônia Oriental brasileira, de diversos produtores independentes de ferro-gusa, nas últimas duas décadas. Mesmo em número e velocidade menores do que indicava o planejamento estatal, foram implantadas no Corredor da Estrada de Ferro Carajás doze siderúrgicas. São empresas dedicadas somente à produção desta *commoditie* cuja produção requer elevada quantidade de energia suprida por carvão vegetal. Neste artigo, mostramos que houve deslocamento para a Amazônia de indústrias que até os anos 90 estavam concentradas exclusivamente no Sudeste brasileiro e que a demanda de carvão vegetal consolidou-se como principal elo de articulação da siderurgia com a socioeconomia da região de Carajás. A produção de carvão vegetal tem acarretado muitos impactos sociais e ambientais na região Amazônica. Impactos que se materializam pela ampliação da pressão exercida sobre a floresta amazônica, por práticas ambientalmente imprudentes e pela produção do carvão vegetal sustentada por trabalho precário, mal remunerado e insalubre. Exemplo de um cenário diante do qual se desenha como alternativa é a manutenção da fabricação de ferro gusa nos moldes atuais e a incorporação de pequenos fornos elétricos a arco para a produção de aço. Contudo, a possível instalação de mini-aciarias na região, por si só, não resolve o principal problema socioambiental que envolve o beneficiamento do minério de ferro na região, vinculado aos efeitos deletérios da produção carvoeira, podendo inclusive agravá-los.

Palavras-chave: Amazônia; ferro gusa; carvão vegetal; Estrada de Ferro Carajás.

Abstract

* A elaboração deste artigo contou com a colaboração do CNPq.

** Professor e pesquisador do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará

The article analyzes the process the installation and operation, in the Eastern Brazilian Amazon area, of merchant pig iron producers the past two decades. In a smaller number and in a slower rhythm than expected by the state planners, twelve producers have settled in the Carajas Railroad Corridor. A merchant pig iron production requires high amounts of energy, supplied by charcoal. The article indicates meant an industry migration to that region whereas, until the 90's, such producers were almost exclusively located in the Brazilian southeast, and that the charcoal demand is the main link between the industrial plants and the regional socio-economy. The charcoal production has resulted in many social and environmental impacts. Impacts materialized by the big pressure on the Amazon rain forest through imprudent environmental practices, and by charcoal production supported by precarious labor conditions, unhealthy working environment, and low wages. Such a scenario draw one alternative: the maintenance of pig iron production using the current patterns and the attachment of electric arc furnace on the existents blast furnaces in order to produce steel. At end the article appoints that the installing mini-mills do not solve the main socio-environmental problem in the region: the processing of iron ore linked to the harmful effects caused by charcoal production. On the contrary, they can be even worsened.

Key words: Amazon; pig iron; charcoal; Carajas Railroad.

Introdução

Nas últimas duas décadas, diversas siderúrgicas que se dedicam à produção de ferro-gusa instalaram-se na Amazônia Oriental brasileira. Concorreu inicialmente para a implantação destas indústrias a existência, nos anos 80, de políticas de incentivo fiscal e creditício levadas a cabo pelo Estado nacional, implementadas no âmbito do extinto Programa Grande Carajás — PGC. Os planos estatais daquele período previam o surgimento de um complexo industrial no corredor da Estrada de Ferro Carajás a partir das atividades siderúrgicas. Tratar-se-ia de um complexo industrial que se diversificaria crescentemente.

Todavia, a produção do ferro-gusa não foi capaz de impulsionar o rápido surgimento regional da propalada rede de relações mercantis e não mercantis, como fruto de encadeamentos para frente e para trás das atividades de siderúrgicas. Não sendo, assim, capaz de impulsionar a instalação de novas e diversas atividades industriais na região.

Mas, se por um lado, não se assistiu, nas últimas duas décadas, no Corredor da Estrada de Ferro Carajás, à diversificação da produção industrial, por outro, foi constante a ampliação da produção do ferro-gusa. Crescimento na produção que está relacionado ao deslocamento para a Amazônia Oriental brasileira de pequenas indústrias siderúrgicas que se dedicam quase exclusivamente à produção do ferro-gusa e que até então se concentravam exclusivamente no Sudeste brasileiro.

Trata-se do segmento indústria da siderúrgica, cuja rota tecnológica implica o consumo de grandes quantidades de carvão vegetal como insumo em seu processo produtivo. Em fase da crescente dificuldade da aquisição deste insumo no Sudeste brasileiro e da manutenção da rota tecnológica por este segmento da indústria, o deslocamento destas indústrias para a fração Oriental da Amazônia e o rápido crescimento da produção regional de ferro-gusa, consolidou-se como tendência.

O aumento de produção que não tem se processado sem que haja reação de diversos segmentos da sociedade em função dos efeitos deletérios relacionados à demanda do carvão vegetal, que têm ampliado a pressão sobre a floresta primária; patrocinado a existência de trabalho infantil, degradante e mesmo escravo na produção carvoeira. Diante do que este segmento da siderurgia primária se defende e passa a anunciar a implantação de áreas destinadas à silvicultura, inclusive em parceria com pequenos agricultores e firmando compromissos perante órgãos governamentais de combater todas as agressões aos direitos dos trabalhadores envolvidos na atividade de carvoejamento e anunciando alteração na gestão e a alocação de recursos ao Fundo Florestal de Carajás, criado pelas empresas com a finalidade de financiar o plantio de florestas.

O mercado mundial e seus reflexos sobre a produção regional do ferro-gusa

Nos últimos anos, no mercado mundial de aço, têm ocorrido mudanças cuja relevância não implica tão-somente alterações em termos da organização da siderurgia em âmbito planetário, mas que se inserem também como um elemento explicativo adicional ao rápido crescimento da produção de ferro-gusa na Amazônia Oriental brasileira. Uma das alterações ocorridas na produção siderúrgica mundial é a expansão da produção de aço usado com fonte principal de energia a eletricidade (Figura 1). Alguns segmentos da siderurgia ao adotarem esta rota tecnológica recorrem à utilização de fornos elétricos a arco e lingotamento contínuo (*Electric Arc Furnace - EAF*). Neste caso a indústria siderúrgica deixa de produzir metálicos como insumos, passando a comprá-los no mercado (Figura 2).

A utilização de fornos elétricos (EAF) permite a estruturação de plantas industriais de diversos tamanhos, podendo operar com escalas reduzidas, 300 mil toneladas ano, por exemplo, bem menores quando comparadas às siderúrgicas que operam com a rota tecnológica baseada na aciaria tipo oxigênio (*Basic Oxygen Furnace* - BOF), que utiliza o carvão mineral, e cujas plantas industriais operam com uma capacidade instalada, em geral, de 3 milhões de toneladas ano por alto-forno. Esta última é a rota tecnológica predominante em termos mundiais para a produção do aço, todavia, há crescimento da produção do aço baseada na utilização de fornos elétricos, com destaque para plantas industriais menores denominadas mini-mills (Figura 1). As *mini-mills*, que operam com a tecnologia EAF, compram metálicos de alta qualidade, incluindo sucata (*factory bundle*) e o ferro-gusa (Figura 2).

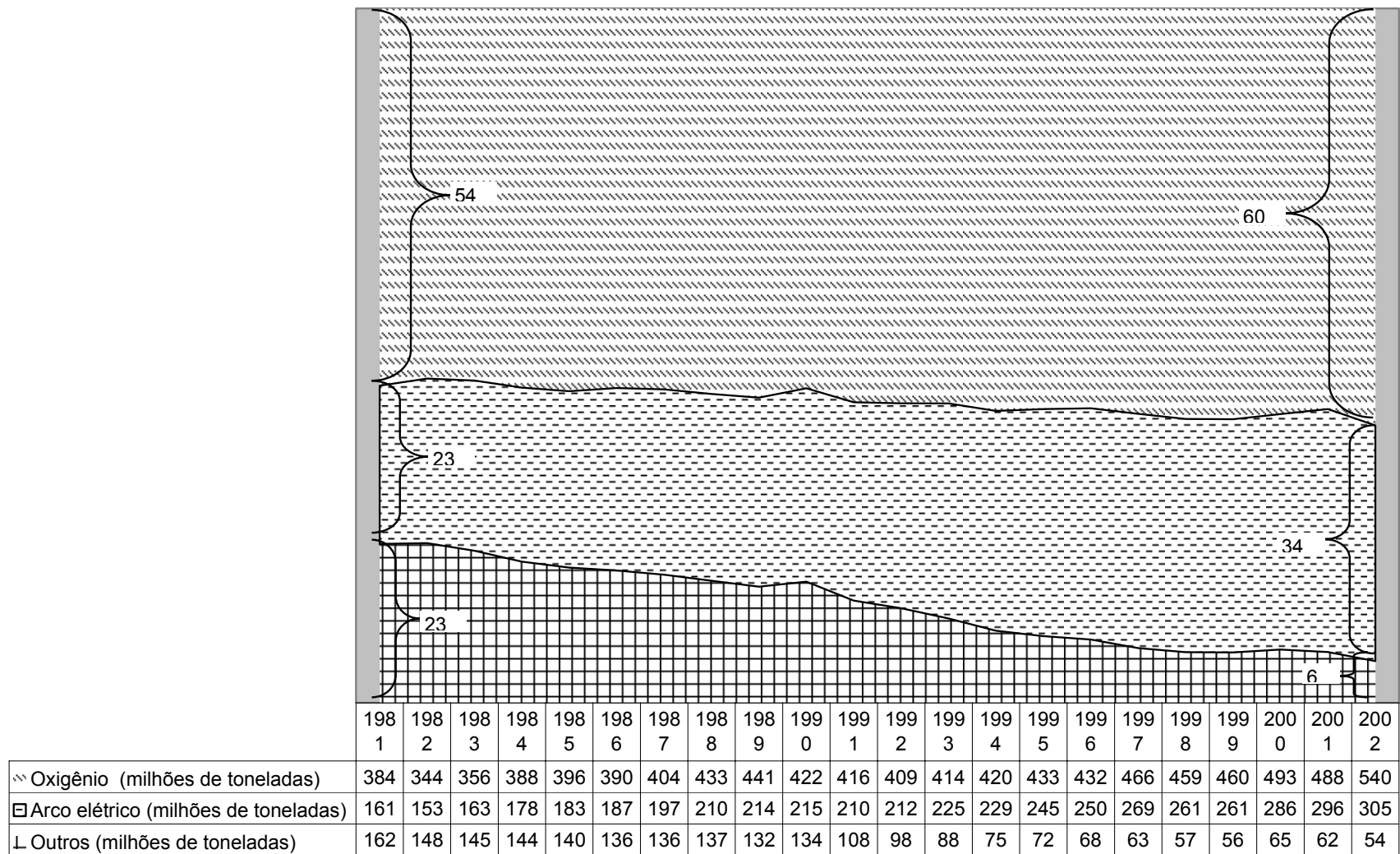


Figura 1: Produção mundial de aço bruto por processo de aciaria.

Fonte: International Iron and Steel Institute - IISI (2005)

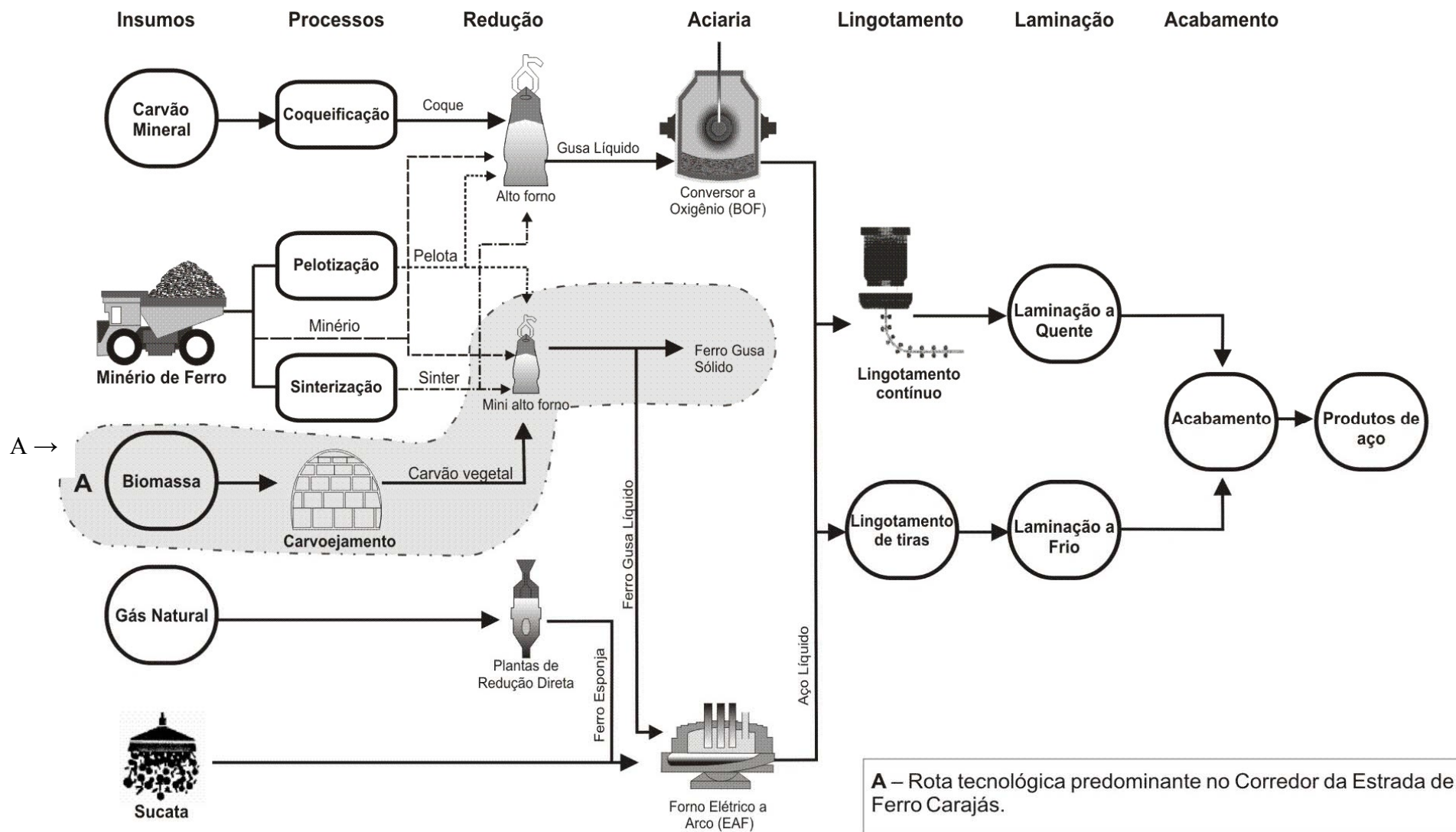


Figura 2: Representação esquemática das principais rotas tecnológicas utilizadas para a produção de aço

Fonte: Elaboração do autor.

O coeficiente de correlação entre os preços da sucata e os preços do ferro-gusa de Carajás é forte (Figura 3). Há assim um padrão similar de oscilação entre os preços das duas *commodities*, ambas servem como insumos para a produção de aço usando a tecnologia EAF. Todavia, o volume do comércio internacional de sucata é muito superior ao do ferro-gusa (*merchant pig iron*), em 2005, aquele envolveu 92,4 milhões de toneladas e o do comércio internacional de ferro-gusa 17 milhões de toneladas, por conseguinte, a sucata se firma como parâmetro para as variações de preço daquele (Figura 3).

Os Estados Unidos, segundo a IISI, são o centro de ascensão de produção de aço, o qual tem por base as *mini-mills*, que utilizam fornos elétricos (EAF). Nos EUA, essa participação da produção de aço por meio da utilização de fornos elétricos a arco está projetada para alcançar 54% em 2010. Isto justifica que seja, já hoje, segundo a IISI, o maior importador mundial de ferro-gusa, destinado a abastecer este tipo de indústria siderúrgica. Como há perspectivas de se manter em crescimento a produção de aço por intermédio de *mini-mills* (processo EAF), estas buscam garantia de fornecimento das matérias-primas sucata e ferro-gusa; em especial deste último, tendo em vista que esse elemento apresenta tendência de maior participação no conjunto de metálicos que compõem a carga metálica do processo EAF (Figura 1).

O processo de reestruturação da indústria mundial, nos últimos anos, tem sido caracterizado pela alta demanda mundial por aço e o conseqüente aumento dos preços, que se refletem também na demanda de ferro-gusa. Neste panorama, ganha importância maior a produção do ferro-gusa, no Brasil, especialmente na Amazônia Oriental brasileira, pois os principais fornecedores desta mercadoria (Rússia, Ucrânia e China) oferecem um ferro-gusa de baixa qualidade quando comparado ao produzido na Amazônia oriental brasileira. Ao que se soma o fato de que a produção americana de ferro-gusa não consegue ser competitiva com a realizada na Amazônia, especialmente em função dos custos de mão de obra. É neste contexto que se tem ampliado, ano a ano, os investimentos e a produção de ferro-gusa na Amazônia Oriental brasileira.

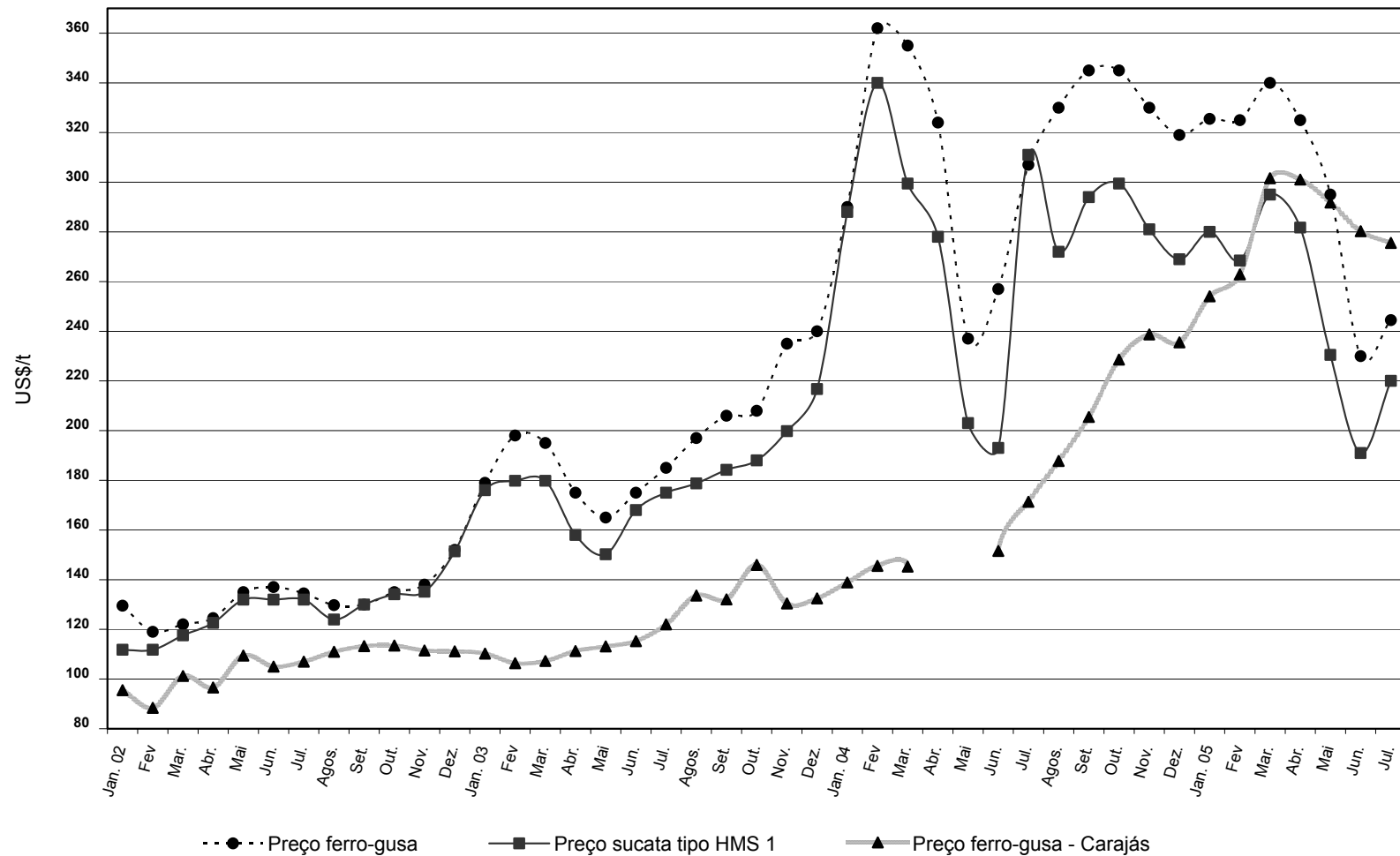


Figura 3: Preço do ferro-gusa e da sucata em mercados internacionais e preço do ferro-gusa na Amazônia.

Fontes: IISI, MDIC (sistema Alice Web), elaboração do autor.

Siderúrgicas independentes: baixa eficiência energética e elevada demanda de carvão vegetal

O ferro-gusa é uma forma de ferro primário pela qual a maior parte dos compostos ferríferos tem que passar antes de ser transformada em aço. A produção de ferro-gusa pode ser realizada por cinco diferentes processos industriais de redução do minério de ferro: a redução em alto-fornos, em fornos elétricos, em leito fluidizado e em fornos rotativos.

A redução do minério de ferro em alto-fornos é a rota tecnológica amplamente utilizada para a produção do ferro-gusa em todo o mundo. Este processo de redução é contínuo e parte de uma carga previamente balanceada de minério de ferro, redutor e fundentes. Há alto-fornos que utilizam o coque mineral como redutor e outros que utilizam o carvão vegetal (Figura 2). Quando se utiliza o carvão vegetal como redutor, para a produção de uma tonelada de ferro-gusa, em termos médios, são requeridos 0,875 t deste, 1,6 t de hematita, e 0,2 t de material fundente (calcário, dolomita e quartzito), que são introduzidos na parte superior do alto-forno e deixam o equipamento como uma liga metálica (Fe-C) com teor médio de carbono entre 3,5 e 4,5%. Esta liga, em estado líquido, é vazada pela parte inferior do alto-forno para a produção de lingotes sólidos. Pela parte inferior do alto-forno também é vazada a escória, constituída basicamente das impurezas da carga e dos fundentes. Para que ocorra a combustão do carvão vegetal, é injetado ar lateralmente na região inferior do alto-forno; enquanto uma parcela do gás formado na combustão deixa o forno pelo topo, outra (60%) é aproveitada para o pré-aquecimento do ar de combustão.

Na produção do ferro-gusa o carvão vegetal cumpre duas funções: agente térmico, fornecendo calor necessário ao processo; e químico, retirando oxigênio dos óxidos de ferro. Durante a queima do carvão vegetal, as perdas energéticas são muito elevadas, pois “somente os gases liberados no processo possuem um conteúdo energético superior à soma da energia correspondente às reações químicas de redução mais as parcelas de calor absorvido pelo ferro-gusa e pela escória” (CEMIG, 1988: 157).

A parcela de energia efetivamente utilizada para a redução e fusão do ferro não chega a 40% do total do suprimento energético fornecido ao sistema pelo carvão vegetal (CEMIG, 1988: 187). Este processo tem como produtos finais, comercializáveis, o ferro-gusa e a escória. O ferro-gusa produzido com base no carvão vegetal tem como vantagem – em relação ao produzido com base no coque – uma quantidade de enxofre apenas residual, não sendo necessário ser submetido a processos de refino secundário como a dessulfuração, como é necessário para a produção de algumas ligas metálicas cujo minério de ferro foi reduzido utilizando-se o coque mineral.

Os empreendimentos voltados à produção de ferro-gusa comportam uma divisão entre siderúrgicas integradas e siderúrgicas “independentes”. As últimas são indústrias voltadas tão-somente à produção de ferro-gusa, sendo por isso denominadas de produtoras “independentes” e o seu produto é o ferro-gusa sólido (*merchant pig iron*). Diferentemente, portanto, das siderúrgicas chamadas integradas (*integrated steel mills*), que, operando em escala de produção muito ampla, têm a sua produção partindo do minério de ferro e indo até o produto final, com todas as etapas sob seu controle, fabricando produtos de aço, como tarugos, placas, chapas, bobinas, vergalhões e cabos.

Os produtores de ferro-gusa, até os anos 80, concentravam-se quase exclusivamente no Sudeste brasileiro. Lá, a indústria siderúrgica recorreu amplamente ao carvão vegetal como redutor para a produção do ferro-gusa, tanto siderúrgicas integradas quanto produtores independentes. Nos anos 90 houve, entretanto, progressiva diminuição do consumo daquele insumo pelas siderúrgicas integradas. Em 1989, foram consumidos mais de 33 milhões de m³ de carvão vegetal na produção de ferro-gusa, e em 2005 este consumo manteve-se no mesmo patamar (32,45 milhões de m³) (Figura 4). Este carvão vegetal tem basicamente duas origens: a biomassa da mata primária ou a de plantios florestais.

O carvão vegetal originário de plantios florestais tem custo de produção significativamente superior ao proveniente de mata primária, sendo as suas maiores consumidoras as siderúrgicas integradas, já que, tendo a produção verticalizada, elas podem suportar preços de insumos mais altos, em especial os do carvão vegetal elaborado a partir de biomassa originada de reflorestamentos.

Mesmo assim, existe uma nítida tendência à retração do consumo de carvão vegetal pelas usinas integradas. Em 1989, elas consumiram 11,7 milhões de m³ de carvão vegetal, mas este consumo teve uma redução constante durante os anos 90, e, em 2005, ele caiu para 4,63 milhões de m³ (Figura 4). Esta retração no consumo de carvão vegetal pelas usinas integradas vinculou-se à crescente substituição do carvão vegetal pelo coque no processo produtivo.

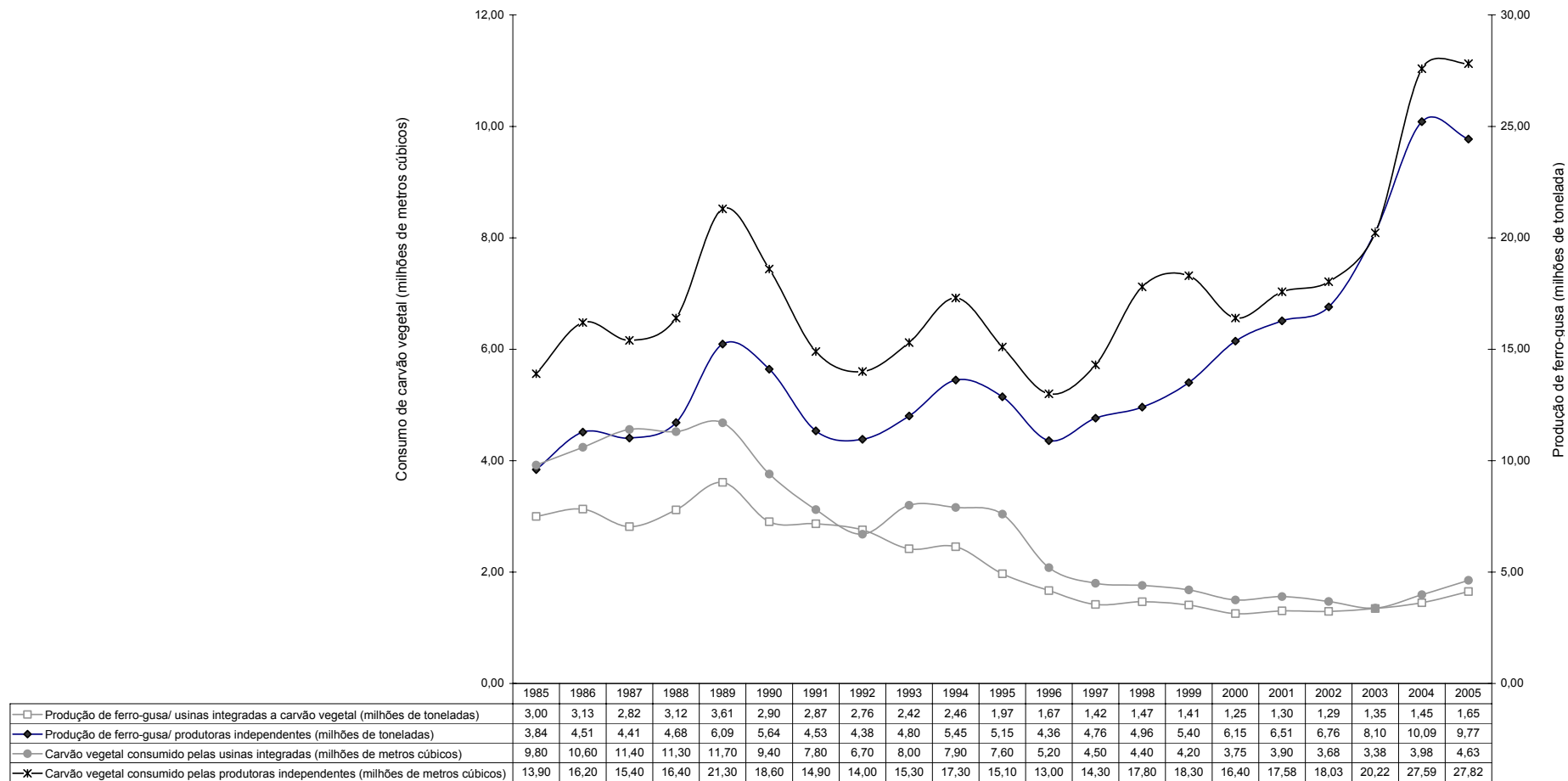


Figura 4: Consumo de carvão vegetal e produção de ferro-gusa no Brasil por usinas integradas e produtores independentes (1988-2005).

Fonte: Anuário Estatístico ABRAVACE (diversos anos); Anuário Estatístico AMS (diversos anos). Elaboração do autor.

A siderurgia integrada que recorre ao carvão vegetal, em 1985, produziu 3,0 milhões de toneladas de ferro-gusa e, em 2005, este volume foi reduzido para 1,6 milhão. Mas, em compensação, a produção do ferro-gusa pelas usinas, tendo como base o coque, cresceu de 15,6 milhões, em 1988, para 24,2 milhões de toneladas, em 2005 (ABRACAVE, 1999; IBS, 2006). Isto reflete mudanças processadas em grandes indústrias siderúrgicas integradas que adotaram uma política de reestruturação, passando a utilizar alto-fornos nos quais a redução do minério de ferro utiliza o coque, e não mais o carvão vegetal.

As produtoras independentes de ferro-gusa são, então, as responsáveis pela manutenção do elevado consumo de carvão vegetal na produção do ferro-gusa no Brasil (Figura 4). Em 2005, elas foram responsáveis pelo consumo de 27,82 milhões de m³ de carvão vegetal.

Evidenciam-se, assim, tendências das siderúrgicas integradas substituírem o carvão vegetal pelo coque e das usinas independentes manterem a utilização daquele insumo no seu processo produtivo. O problema é que, ao contrário das siderúrgicas integradas, as chamadas de independentes, por sua estratégia de barateamento dos custos do principal insumo, buscam adquirir carvão vegetal oriundo de mata primária.

Tendência à ampliação da produção de ferro-gusa na Amazônia

A ampla manutenção da utilização do carvão vegetal pelas siderúrgicas independentes conjugou-se com a instalação de doze delas na Amazônia Oriental brasileira. Atualmente, capacidade instalada destes produtores de ferro-gusa na Amazônia ultrapassa 3,8 milhões de toneladas/ano derivada da instalação de 29 alto-fornos. No Brasil, elas representam uma capacidade instalada de 5 milhões de toneladas/ano, estando concentradas no Sudeste brasileiro, estado de Minas Gerais (Figura 5). Em face da capacidade instalada de produção nacional de ferro-gusa por empresas independentes (14 milhões de t/ano), a existente hoje na Amazônia abarca uma fatia que já é superior a 1/4 da capacidade instalada deste setor no País (Figura 5).

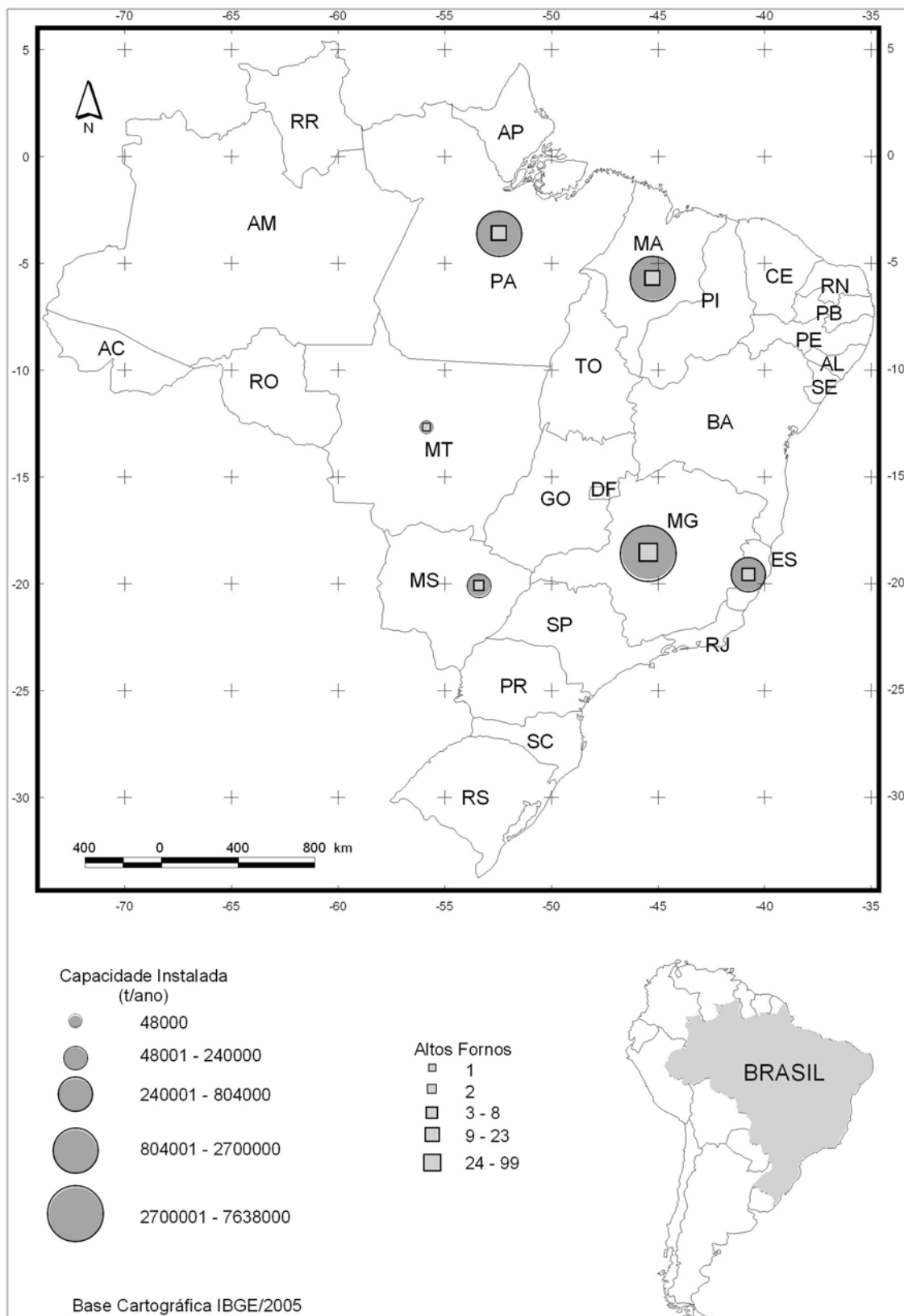


Figura 5: Mapa com a localização de alto-fornos e da capacidade instalada dos produtores independentes de ferro-gusa no Brasil.

Fonte: AMS (2005). Elaboração do autor.

Diante do cenário internacional favorável nos últimos anos, do acesso, desprovido de prudência ambiental, à biomassa originária da floresta nativa e dos baixos custos do carvão vegetal, consolidou-se, na Amazônia Oriental brasileira, uma situação na qual se tem ampliada a produção de ferro-gusa e que começa a mostrar-se significativa (Figura 6). Isto implica também a existência do consumo anual de carvão vegetal nem um pouco desprezível, são pelo menos 3 milhões de toneladas. Já em termos do minério de ferro, a demanda originada por estas siderúrgicas, para atingir o patamar de 3,5 milhões, estimado para 2006, é pequena, aproximadamente 5,6 % das 100 milhões de toneladas que se pretendem extrair da Serra de Carajás em 2006.

Embora as demandas das guseiras representem um percentual relativamente pequeno, o aumento da demanda de minério de ferro de Carajás destinado à produção de ferro-gusa implica certos tipos de restrições a sua utilização, visto que na mina de Carajás são exploradas diversas categorias de minério de ferro em função de sua granulometria: o *sinter feed*, o *pellet feed*, os finos de redução direta, o concentrado e o granulado. Este último é o de que as guseiras precisam para realizar a carga do minério de ferro diretamente no alto-forno. Todavia, o percentual do minério de ferro granulado oscila em relação ao total do minério lavrado, não havendo, em função do crescimento da demanda, garantias de que poderá ser ofertado pela CVRD minério granulado para todas as empresas instaladas na Amazônia Oriental Brasileira. Justamente, por isso, em função do crescimento da produção guseira no corredor da Estrada de Ferro de Carajás, algumas empresas passaram a comprar da CVRD o *sinter feed*, minério de granulometria inferior, que precisa de tratamento prévio para ser introduzido no alto forno. Em vista disso, essas empresas já instalaram usinas de sinterização, responsáveis pela aglomeração do minério, dando origem, num processo que comporta grandes riscos ambientais ao *sinter* de minério de ferro, que é adequado para servir como carga do alto-forno.

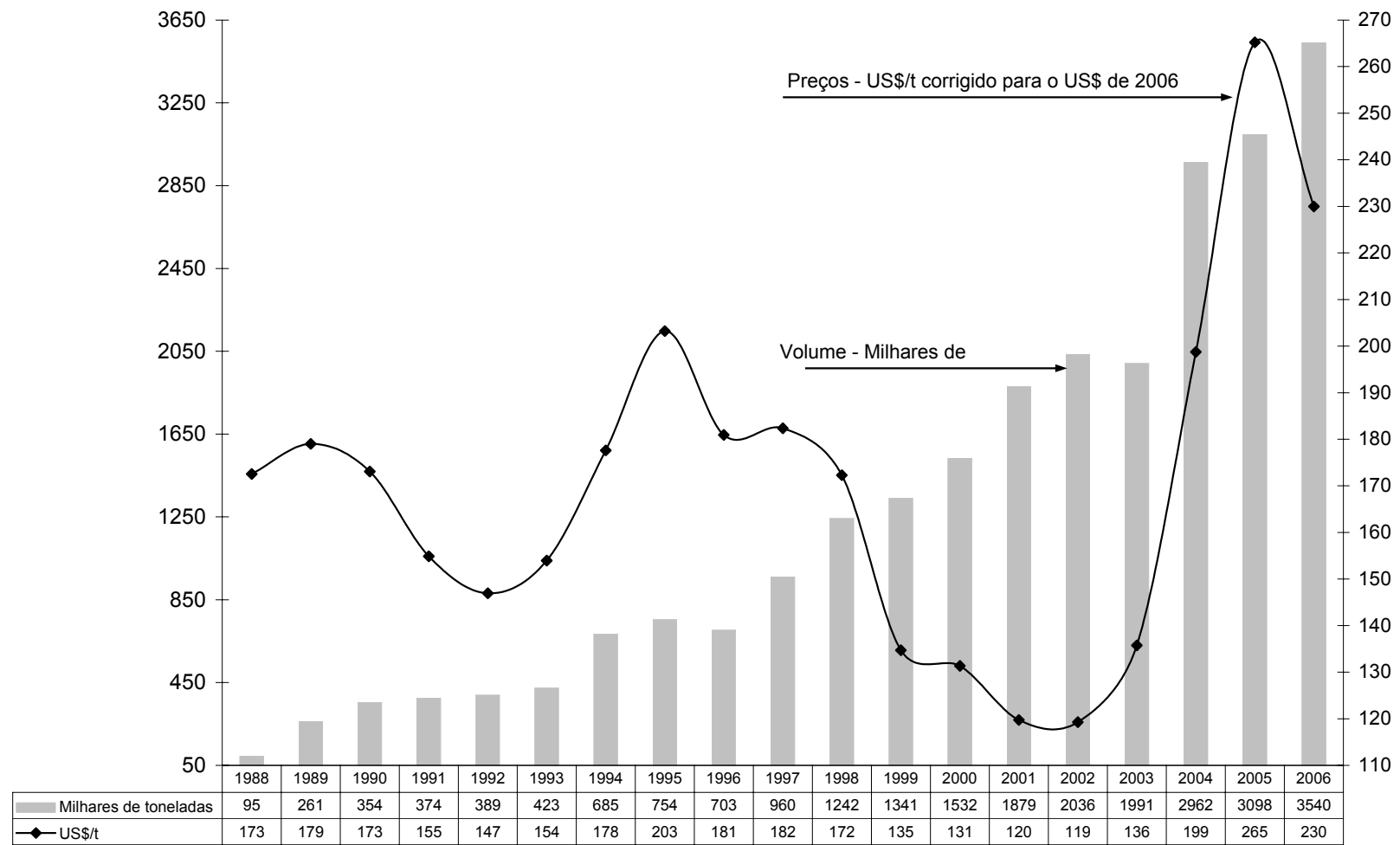


Figura 6: Volume e preço médio anual do ferro-gusa produzido na Amazônia Oriental brasileira.

Fonte: MDIC (sistema Alice Web), Elaboração do autor. Para 2006 estimativas do autor.

O impulso inicial para a instalação regional destas indústrias siderúrgicas está intimamente atrelado a tentativas estratégicas de modernização da Amazônia, concebidas e implementadas pelo Estado nacional na década de 1980. Foram ações cujos supostos teóricos, práticas e instrumentos de intervenção eram vinculados à chamada “economia do desenvolvimento”. A perspectiva de intervenção estatal no início desta década se baseava nesses supostos e práticas, apesar de que, nesta mesma década, em termos mundiais, sofreram restrições crescentes, já que, em tais supostos e práticas, apoiaram-se noções como as de “crescimento desequilibrado”, “efeitos de encadeamento”, “complexos motrizes”, etc.

Naquele contexto, o discurso oficial anunciava o Programa Grande Carajás (PGC) como um programa integrado de desenvolvimento regional capaz de industrializar e modernizar a fração Oriental da Amazônia brasileira (BRASIL, 1981), o que se constituiria numa transformação social que seria estabelecida a partir de “efeitos dinamizadores em cadeia” e da “internalização das rendas” decorrentes da “base de exportação” de produtos minerais. Propugnavam os planejadores oficiais que, de tais dinâmicas, decorreria a edificação de “um complexo industrial metal-mecânico” que teria como primeiro estágio as indústrias siderometalúrgicas. Foi previsto que “os encadeamentos para frente das atividades siderúrgicas engendrariam a criação de um parque metal-mecânico, cujo porte ensejaria a criação de pelo menos 44 mil empregos diretos no ano de 2010” (BRASIL, 1989: 19). A base deste complexo industrial seriam as atividades siderúrgicas.

Os planos governamentais admitiam que a implantação de um parque siderúrgico acarretaria um consumo significativo de carvão vegetal, prevendo que, no ano 2000, seria consumido 1,4 milhões de toneladas só para a produção do ferro-gusa (BRASIL, 1989: 242). Reconhecia-se, já na década de 1980, que tal demanda de carvão vegetal significaria mais um elemento de pressão sobre a floresta. Indicava-se como alternativa a utilização do coco-de-babaçu, o manejo florestal e a silvicultura como fontes de biomassa, além da utilização de métodos de carbonização que adotassem tecnologias avançadas em vez dos rústicos fornos comumente chamados de “rabo-quente”.

Nos primeiros anos da presente década a elevação da demanda e dos preços do ferro-gusa, o fato da indústria conseguir manter seu abastecimento de carvão vegetal tendo como base a biomassa originária da floresta primária, a existência de políticas federais de financiamento por intermédio do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) e a manutenção da possibilidade de aquisição de redução na alíquota de imposto de renda deram novo impulso à ampliação da produção guseira na Amazônia oriental brasileira.

A necessidade de elevados *inputs* materiais e energéticos para a produção do ferro-gusa

A produção do ferro-gusa é um processo energético-intensivo, basta observar que a lavra, o beneficiamento primário e o transporte até o porto de uma tonelada de hematita da Serra dos Carajás demandam 3,26 quilogramas equivalentes de petróleo (kgep), enquanto a produção de uma tonelada de ferro-gusa requer 659,68 kgep (Tabela 1), supridos quase que exclusivamente pelo carvão vegetal.

Como indicado anteriormente, para a produção de uma tonelada de ferro-gusa, são necessários até 875 kg de carvão vegetal (CEMIG, 1988: 150), cuja produção, por sua vez, requer a utilização de pelo menos 2.600 kg de madeira seca, que em termos médios tem uma densidade de 360 kg/m³, o que implica – quando se utiliza lenha originária de matas nativas – a necessidade de se recorrer a um desmatamento de pelo menos 600 m² de matas, caso estas possuam um potencial madeireiro útil para a carbonização orbitando em torno de 120 estéreos por hectare (st/ha). A produção do carvão vegetal necessário à industrialização de uma tonelada de ferro-gusa requer a lenha contida em pelo menos 600 m² de mata nativa.

As variações em relação aos parâmetros anteriormente citados podem ser significativas. A literatura traz diversas e diferenciadas indicações acerca do potencial madeireiro útil à carbonização, em um hectare de mata, mesmo porque é significativa a diferenciação das florestas tropicais que a Amazônia oriental abriga (SUDAM, 1974: 36), como também a intensidade da atividade madeireira que invariavelmente antecede a produção carvoeira. Assume-se aqui que um hectare fornece, em termos médios, 44 toneladas de lenha seca útil para a carbonização. Outro parâmetro bem amplo refere-se à proporção em que ocorre a conversão de madeira em carvão, uma vez que esta proporcionalidade vincula-se, por um lado, à umidade presente na madeira e, por outro, ao tipo de forno no qual é carbonizada.

Pelas técnicas utilizadas, nem todo o material lenhoso é aproveitado para a produção de carvão vegetal. Para a carbonização, utiliza-se somente a lenha cujo diâmetro não seja inferior a 5 cm e nem superior a 50 cm. Estas limitações vinculam-se principalmente ao fato de que as árvores com diâmetro superior a 50 cm implicam dificuldades de transporte bem como de carbonização, e o desdobramento em pedaços menores consumiria uma quantidade de energia que torna a sua utilização antieconômica. Há que se lembrar de que nestas áreas, geralmente, a madeira útil às serrarias também já foi previamente retirada.

No que se refere à parcela dos resíduos de madeira serrada que são descartados no processo de beneficiamento pelas serrarias e que são carbonizados, é possível inferir que a utilização de um hectare de mata produz até 24,7m³ de resíduos em relação ao material

serrado (VIDAL *et. al.*, 1997: 15), os quais são parcialmente utilizados, carbonizando-se somente a madeira que tenha largura superior a 5 cm.

Em ambos os casos, não há dúvidas em indicar que o processo amplamente utilizado na região é o de carbonização dos fornos conhecidos pela denominação de “rabo-quente”, que resulta em parâmetros de conversão na ordem de 3 t de lenha para 1 t de carvão.

A produção de carvão vegetal implica a dispersão de grandes quantidades de matéria e energia iniciada com a derrubada da mata e prosseguindo durante o processo de carbonização, uma vez que as instalações existentes são projetadas apenas para o aproveitamento do carvão vegetal, perdendo-se os voláteis. Durante a carbonização, a madeira, pela ação da temperatura, é decomposta em um produto sólido: o carvão vegetal; e os gases voláteis, compostos de uma fração que pode ser liquefeita – o material pirolenhoso – em uma fração não-condensável. Assim, do processo de carbonização aproveita-se apenas o carvão vegetal, dispersam-se gases, vapores d’água, líquidos orgânicos e alcatrão – este último de significativo valor comercial e elevado poder calorífico (0,6 kgep/kg).

Este processo de carbonização é marcado pela baixa eficiência energética, com significativa perda de energia equivalente a 240 kgep por tonelada de madeira seca, para um rendimento médio de 30% de carvão (MARTINS, 1980: 104).

A ineficiência energética deste processo produtivo ainda é aumentada pelo fato de que a produção do ferro-gusa, em termos regionais, diretamente vinculada à produção do carvão vegetal, também é marcada pela baixa eficiência energética e envolve a utilização e dispersão de enormes quantidades de matéria e energia. A tecnologia empregada para a produção não difere muito entre as usinas. A diferença mais significativa é que algumas das siderúrgicas instaladas na região são dotadas de um sistema de injeção de finos de carvão vegetal nos alto-fornos, mas a maioria delas não tem este sistema instalado.

Os *inputs* energéticos que envolvem a produção do ferro-gusa, sem levar em conta aqueles recebidos durante a edificação das indústrias siderúrgicas responsáveis pela valorização do minério de ferro e sua conversão em ferro-gusa, são extremamente elevados. A energia utilizada para a valorização do ferro-gusa na região do Corredor da Estrada de Ferro Carajás é originária quase que exclusivamente daquela contida no carvão regionalmente produzido, ao que se soma uma pequena quantidade de energia elétrica oriunda da usina de Tucuruí, ou mesmo do carvão mineral usado na complementação da carga do forno. Ao se reduzir estes *inputs* energéticos a uma unidade comum, pode-se inferir que a valorização de

uma tonelada de ferro-gusa requer 659,68 kgep/t (Tabela 1). Despreza-se, aqui, a dispersão energética que envolveu a produção do carvão vegetal.

Tabela 1: Inputs energéticos requeridos para a valorização de uma tonelada de ferro-gusa¹.

Atividades	Unidade	Demanda/t	Demanda em kgep/t
Redução do minério	Kg de carvão vegetal	1000 ^(a)	630
Diversas	MWh	0,1 ^(b)	29
Transporte ao porto	Litros de óleo diesel	0,8 ^(c)	0,68
Total	-	-	659,68

Ao se cotejar o volume dos *inputs* energéticos necessários à produção de uma tonelada de ferro-gusa e seu preço médio de venda é possível indicar que se trata de processo produtivo que tem baixa eficiência energética. Apesar da baixa eficácia energética deste processo de valorização, ela não entra em contradição com a “eficiência econômica” do processo. A razão é que a produção do ferro-gusa recorre à transferência de custos privados para a sociedade, tornando eficiente, do ponto de vista estritamente econômico, unidades de transformação dotadas de baixíssima eficiência energética.

Carvoejamento: principal elo da produção do ferro-gusa com a economia regional

Após mais de duas décadas de operação, a produção da siderurgia primária da Amazônia é quase integralmente dirigida ao mercado internacional, especialmente para os EUA. E a pequena parcela que se destina ao mercado nacional sofre processos de transformação industrial, que lhe agregam maior valor, em outras regiões e não na Amazônia Oriental brasileira. De tal forma que não se confirmaram as predições de que estas indústrias seriam capazes de propiciar, rapidamente, os efeitos dinamizadores da economia regional no decorrer de duas décadas do século passado e serviriam, naquele período, como base de um parque industrial diversificado e interligado.

Presentemente, a partir da venda da Simara, uma siderúrgica localizada em Marabá (Figura 7), para o grupo Aço Cearense, iniciar-se-á a produção regional de produtos de aço

¹ Notas: (a) Utilizou-se 0,63 como fator de conversão de kg de carvão vegetal para kg equivalente petróleo.

(b) Utilizou-se 290 como fator de conversão MWh para kg equivalente petróleo.

(c) Utilizou-se 0,848 como fator de conversão de litros de óleo diesel para kg equivalente petróleo.

(Fonte: Monteiro, 2002 e Balanço Energético Nacional, 2000).

utilizando-se o ferro-gusa, ainda em estado líquido, e a sucata para abastecer um forno a arco elétrico (EAF) que poderá produzir 300 mil toneladas de produtos de aço ano.

No que tange à geração de empregos, pode-se constatar que o número de empregos diretos gerados é pequeno se comparado à população dos municípios nos quais se instalaram, não sendo capaz de impulsionar significativas alterações na conformação do mercado de trabalho regional. Na realidade, os aproximadamente, 3 mil empregos diretos gerados evidencia uma distância enorme entre o cenário tendencial vislumbrado no Plano Diretor da Estrada de Ferro Carajás, no qual se apontava a perspectiva do surgimento de 21.658 empregos diretos no ano 2000, só no setor de siderurgia e ferro-ligas (BRASIL, 1989: 392).

A massa de salários gerada em decorrência da operação destes empreendimentos também não é capaz de provocar alterações no perfil de renda da região. Os salários pagos pelas empresas siderúrgicas, além de não serem em grande número, são de baixo valor, a média salarial mensal dos empregos gerados por estes empreendimentos é de US\$ 350.

Além disso, tais empreendimentos geraram uma enorme quantidade de trabalhadores dedicados à produção de carvão vegetal, cujo número varia, segundo estimativas do autor entre 10 a 12 mil. Nesta atividade de produção, os empregos são de péssima qualidade, uma vez que as condições de trabalho e moradia são extremamente precárias, as contratações são temporárias e, além disso, estes trabalhadores não contam com garantias previdenciárias e trabalhistas, a sua remuneração mensal orbita em torno de US\$ 200 mensais para uma jornada de trabalho de 10 a 11 horas diárias; ademais, estão sujeitos a mecanismos coercitivos de imobilização da força de trabalho. Situações estas que já foram constatadas por diversas autuações realizadas pelo Ministério do Trabalho; em algumas delas além de constatarem condições de trabalho degradante, ilegal e também de trabalho infantil, constataram ainda a utilização de trabalho escravo. Um quadro que levou as indústrias siderúrgicas a assinarem um protocolo comprometendo-se a combater o trabalho ilegal, degradante, infantil e escravo na produção do carvão vegetal.

Outro aspecto que poderia ser significativo na relação entre as produtoras de ferro-gusa e a economia regional seria a receita tributária oriunda dessa atividade. Contudo, as isenções fiscais sobre os lucros dos empreendimentos e sobre a comercialização de seus produtos reduzem significativamente o volume de tributos pagos por estas indústrias.

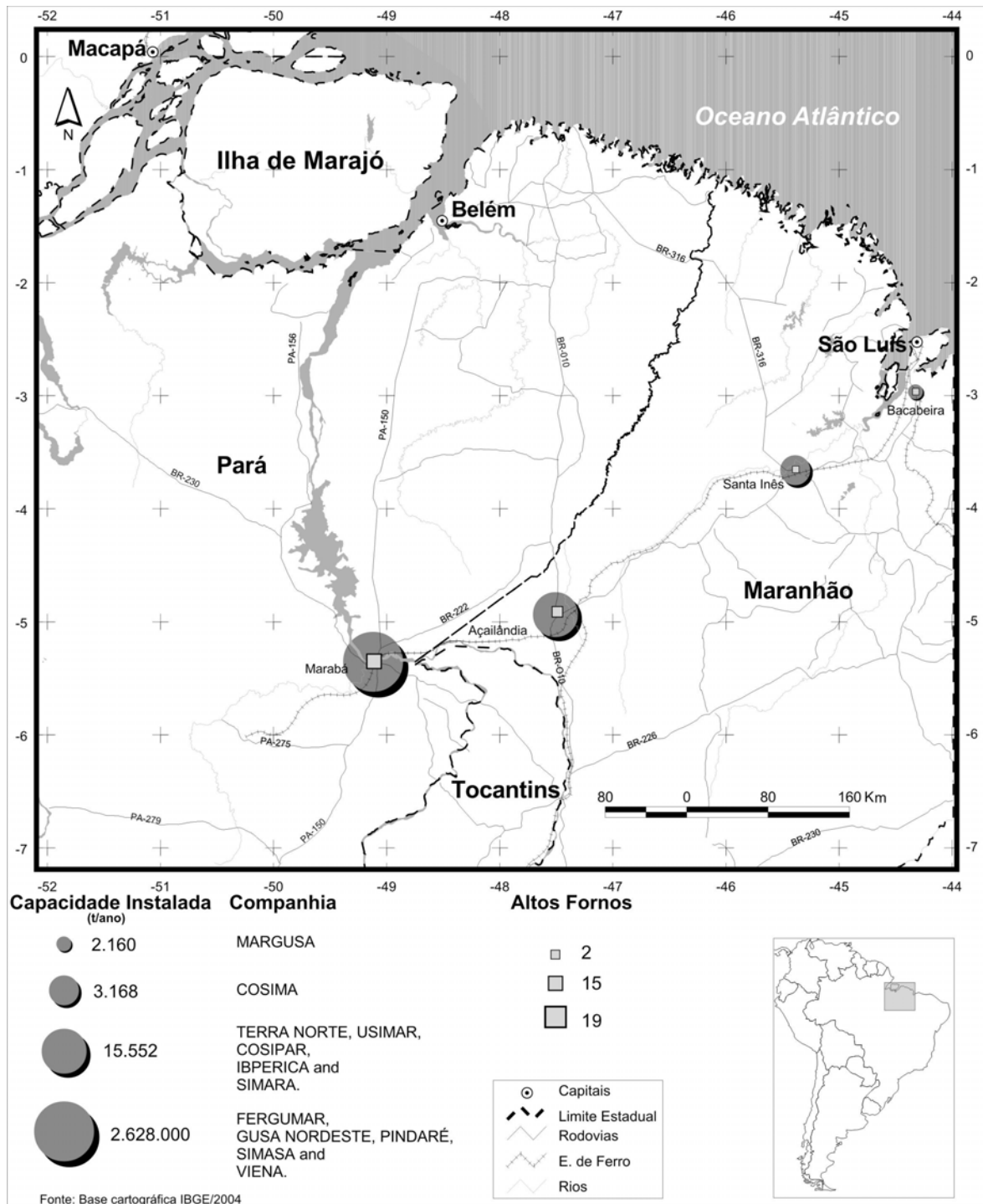


Figura 7: Mapa com a indicação da localização e da capacidade instalada das indústrias siderúrgicas na Amazônia Oriental brasileira.

Fonte: AMS (2006); ASICA (2006). Elaboração do autor.

O principal elo de articulação destas indústrias com a socioeconomia da região é a demanda de carvão vegetal, não só pelos valores movimentados, mas principalmente pelo surgimento de variadas e diversas estruturas sociais que passaram a viabilizar a produção desse tipo de carvão. Esta demanda impulsiona diversas transformações sociais na região.

Com a elevação do preço do ferro-gusa a partir de 2003 (Figura 8), seguida do aumento da procura e dos preços do carvão vegetal, ocorreu uma mudança significativa pois os agricultores familiares foram também incorporados ao rol de fornecedores de carvão vegetal. Passaram a surgir então diferentes formas de organização da produção carvoeiras daquelas descritas por Monteiro (1998: 137), bem como passou a envolver diferentes agentes sociais daqueles descritos pelo mesmo autor, em especial as estruturas camponesas que nos anos 1980 e 1990 não se incorporaram de forma significativa ao suprimento de carvão vegetal para as indústrias siderúrgicas.

Siderurgia e a propensão ao consumo de carvão vegetal originário da mata nativa

Se por um lado a demanda de carvão vegetal constitui o principal elo de articulação das siderúrgicas com as dinâmicas sociais e ambientais da região, por outro, estas empresas são impulsionadas a pagar o menor preço possível por este insumo, uma vez que, em termos médios, duas décadas de produção guseira na região, o preço médio de venda do ferro-gusa foi de US\$ 170 em valores constantes, por tonelada, mesmo se levando em conta a significativa tendência altista dos últimos 3 anos (Figura 8). Neste contexto mais geral, a aquisição do carvão vegetal absorve parcela expressiva dos custos que envolvem a produção de ferro-gusa, representando, em média, 50% dos custos operacionais relativos à produção de uma tonelada de ferro-gusa, levando-se em conta um cenário no qual o carvão vegetal utilizado é oriundo de floresta primária e o preço médio de venda do ferro-gusa (Tabela 2).

Tabela 2: Custo de produção, em dólares, de uma tonelada de ferro-gusa no Corredor da Estrada de Ferro Carajás.

Item	Unidade	Custo/u	Consumo	Custo	%
Minério de ferro	t	26,2	1,6	41,92	25,31
Carvão vegetal	t	121	0,7	84,7	51,14
Calcário	t	4	0,04	0,15	0,09
Dolomita	t	4,5	0,06	0,28	0,17
Quartzito	t	13,55	0,01	0,19	0,11
Manganês	t	14	0,01	0,11	0,07
Energia elétrica	kWh	0,08	70	5,6	3,38
Outros insumos	-	-	-	2,53	1,53
Força de trabalho	H/h	2,19	2,8	6,13	3,7
Manutenção	-	-	-	4,27	2,58
Depreciação	-	-	-	3,23	1,95
Administração	-	-	-	4,5	2,72
Frete	t	12	1	12	7,25
Custo operacional bruto	t	-	-	165,61	100

Fonte: Elaboração do autor com base em pesquisa de campo, 2004.

No que se refere aos outros insumos, a Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, além da hematita, fornece às siderúrgicas os serviços de transporte do minério, do ferro-gusa e o embarque marítimo deste. Estes Insumos e serviços representam aproximadamente 1/3% dos custos operacionais que envolvem a produção de uma tonelada de ferro-gusa por estas siderúrgicas.

Em função das características do mercado, o carvão vegetal é o insumo por meio do qual as produtoras independentes tendem a controlar sua margem de lucro. Exemplo disso é o preço do carvão vegetal produzido com base em florestas plantadas, o qual é significativamente superior ao daquele carvão elaborado a partir da lenha originária de mata nativa. Assim, a utilização de carvão vegetal proveniente de silvicultura implicaria ampliação nos custos de produção do ferro-gusa que só poderia ser assimilada pelas siderúrgicas independentes em períodos nos quais o volátil preço do ferro-gusa atingisse cotações mais elevadas. A manutenção da lucratividade da produção do ferro-gusa por produtores independentes depende de uma relação do preço do ferro-gusa do mercado internacional e da capacidade destes comprirem os gastos com a aquisição de carvão vegetal, tanto se observa uma correlação forte entre os preços do ferro-gusa e os preços do carvão vegetal (Figura 08).

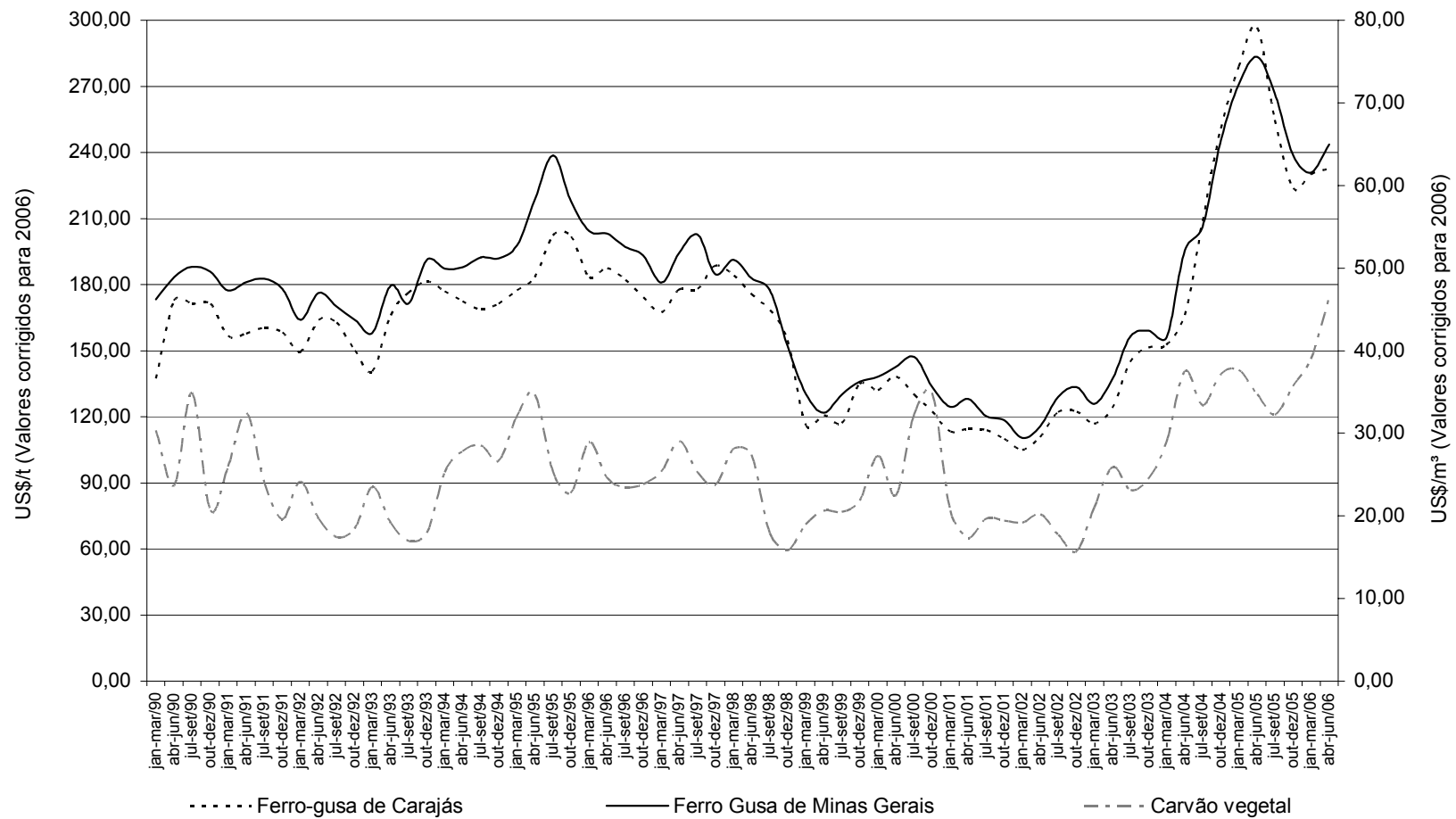


Figura 8: Evolução dos preços do ferro-gusa, minério de ferro e carvão vegetal (1990-2006).

Fonte: MDIC (sistema Alice Web).

Tanto no Sudeste, como na Amazônia brasileira, as siderúrgicas independentes recorrem ao carvão de mata nativa. É justamente por isso que a primeira década de funcionamento destes projetos siderúrgicos na Amazônia encarregou-se de sepultar o discurso empresarial e as polêmicas acerca do possível surgimento, na região, de grandes áreas reflorestadas, com a finalidade de atender à demanda crescente de carvão vegetal das siderúrgicas independentes. Empresas instaladas na região não cumpriram nenhum dos Planos Integrados Floresta/Indústria – PIFIs, nos quais são estabelecidas as diretrizes e metas em relação à origem do material a ser carbonizado, especialmente no que se refere à implantação da silvicultura. Esta também é a realidade existente no Sudeste do País. Lá também as exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, para que indústrias siderúrgicas assegurassem, até 1992, o consumo de 70% do carvão originário de reflorestamentos, uma proporção que deveria atingir 100% no ano de 1995, foram sistematicamente desrespeitadas (BRASIL, 1995: 25).

Por conseguinte, a biomassa utilizada na produção de carvão vegetal para abastecer as produtoras de ferro-gusa na Amazônia Oriental brasileira origina-se quase integralmente de madeira oriunda da mata nativa, sendo desprezível a parcela originária da silvicultura ou mesmo da carbonização do coco-de-babaçu.

O material lenhoso responsável pelo abastecimento de milhares de fornos onde é produzido o carvão vegetal, apesar de ser originário da mata nativa, é oriundo de atividades distintas daquelas que envolvem desmatamentos para implantação de pastagens ou roças; das serrarias onde utiliza aparas de madeira; e, em menor proporção, das áreas dos denominados “manejos florestais sustentados”.

Para a produção de carvão vegetal se estabelece uma variada gama de relações sociais, mas que em termos gerais têm o seguinte sentido: quando a lenha é originária de desmatamentos para a implantação de pastagens ou para outro tipo do cultivo da terra, os proprietários fundiários cedem a área e nada cobram pela lenha retirada, exigindo em contrapartida que os produtores de carvão entreguem a área “limpa” para o plantio, quase sempre de capim.

Já quando a biomassa a ser carbonizada é originária de aparas e de outros resíduos da madeira utilizada por serrarias, geralmente o proprietário da serraria permite a instalação dos fornos na área da própria serraria, cede os resíduos da madeira por ela descartada e em contrapartida exige que do pátio da serraria sejam retirados todos os rejeitos do beneficiamento da madeira, inclusive aqueles que não se prestam à carbonização. Em alguns casos o proprietário da serraria ainda recebe entre 10 e 20% do valor do carvão produzido.

Excepcionalmente, o proprietário fundiário ou mesmo o madeireiro assume diretamente a coordenação da produção do carvão vegetal.

A demanda constante e crescente permitiu o estabelecimento de um mercado de carvão vegetal na Amazônia Oriental brasileira no qual os preços são inferiores aos praticados em Minas Gerais, Estado onde se concentram as indústrias produtoras de ferro-gusa.

Além disso, o carvão consumido no sudeste paraense e no leste do Maranhão ainda procede de locais bem mais próximos das usinas se comparados às distâncias percorridas pelo carvão consumido no Sudeste do País. Em 2004, com a elevação do preço do ferro-gusa, que em dezembro daquele ano superou a US\$ 235,56 (Figura 8), passou a ser comum indústrias siderúrgicas independentes, instaladas no Estado de Minas Gerais, comparem carvão produzido no estado do Tocantins e no estado do Pará, transportando-o por distâncias superiores a 2.500 Km.

Um estudo que analisou o início da formação do mercado de carvão vegetal e abarcou os mais de 800 fornecedores deste insumo para a COSIPAR nos anos 1989, 1990 e 1991 indicou que em torno de 2/3 do carvão consumido por aquela empresa provinha da utilização de resíduos de madeira serrada, e que 70% do carvão que utilizava lenha proveniente de desmatamentos provinha de carvoarias instaladas a até 80 quilômetros daquela usina, e que aproximadamente 50% de todo o carvão que a abastecia também era originário de carvoarias instaladas naquele perímetro (MONTEIRO, 1993: 16). Entretanto, nos anos 90, foi perceptível o estabelecimento de duas tendências: a redução na proporção do carvão vegetal originário de lenha proveniente de fazendas em relação ao originário de resíduos de madeira serrada; e o distanciamento crescente e progressivo das fontes de biomassa para a produção do carvão em relação às usinas.

No que se refere a esta primeira tendência, ela parece estar relacionada à ampliação da demanda do carvão em ritmos superiores à formação de grandes áreas de pastagens. Prática essa que aparentemente perde o ímpeto, tanto pela redução no preço da terra na última década, quanto pela estabilização monetária ou pela ameaça de ocupações de propriedades fundiárias fragilizando o papel da terra enquanto reserva de valor.

Em relação ao afastamento entre as áreas de produção do carvão vegetal e as usinas, pode-se dizer que esta é uma tendência que também marca o abastecimento das siderúrgicas independentes no Sudeste do Brasil. O Programa Nacional do Meio Ambiente indica que o estado da Bahia é, atualmente, um importante produtor e fornecedor de carvão vegetal ao parque siderúrgico de Minas Gerais, a partir da retirada da lenha da Mata Atlântica realizada

no extremo sul daquele Estado, ocorrendo também a produção no oeste bahiano. Isso realça, no Sudeste do Brasil, o deslocamento crescente das fontes de biomassa para a carbonização e o suprimento das siderúrgicas (Brasil, 1995: 53).

Na Amazônia Oriental brasileira já é comum que o transporte de carvão vegetal seja realizado por trechos superiores a 700 km para o abastecimento das indústrias siderúrgicas. A produção carvoeira já abarca o norte de Tocantins e toda a região sudeste do Pará e já alcança a região metropolitana de Belém. No Maranhão, ela amplia a pressão sobre algumas grandes áreas de floresta da pré-Amazônia maranhense, como também sobre áreas de cerrado no leste daquele Estado (Figura 7).

O acesso à biomassa da mata nativa realizado sem prudência ecológica

As produtoras de ferro-gusa recorrem a diversos artifícios que, desprovidos de prudência ecológica e a baixos custos, tornam possível ter acesso à biomassa originária das matas nativas. Dentre estes artifícios inserem-se os projetos de manejo florestal sustentado, reivindicados como ecologicamente prudentes. Esta é uma estratégia que os produtores de ferro-gusa certamente copiaram dos madeireiros da região, contumazes usuários desse recurso como forma de acessar legalmente amplas áreas de florestas. Basta observar que, segundo a Superintendência regional do IBAMA, já foram solicitados àquele órgão os registros de 2800 projetos de manejo florestal sustentado.

O manejo florestal sustentado seria uma forma de gerir a retirada de material lenhoso da mata primária de maneira que se garanta a regeneração da floresta. Tal estratégia pode envolver vários tipos de tratamento florestal. Contudo, os estudos acerca da produção de lenha através do manejo sustentado na região amazônica são escassos e recentes.

Fearnside (1989: 53), com pertinência, já no final da década de 80, indicava que a estratégia de obtenção de carvão vegetal por meio do manejo florestal não é eficaz; ele argumentava que:

(...) as experiências incluem tratamentos como corte raso e com exploração pesada, que deixa apenas algumas árvores espalhadas em um campo completamente cortado. [...] É duvidosa, no entanto a validade de chamar de manejo florestal uma prática que certamente remove toda a floresta (FEARNSIDE, 1989: 53).

Além da prudência ecológica, ele questiona a viabilidade econômica dessa estratégia, uma vez que “o grande custo e muitos problemas biológicos associados à produção de

florestas manejadas fazem com que seja provável que a floresta nativa seja cortada antes mesmo que este tipo de investimento venha a se concretizar” (FEARNSIDE, 1989: 54).

Um relatório do IBAMA, sobre projetos de manejo florestal da Maranhão Florestal – MARFLORA, do grupo empresarial na época vinculado à MARGUSA², indicou o seguinte: as áreas eram alvo de constantes incêndios sem que a empresa tomasse providências para evitá-los; não foram respeitadas as restrições de corte impostas pelos planos de manejo aprovados; ocorriam cortes em anos consecutivos; o enriquecimento das áreas com novas mudas foi abandonado; além de indicar uma série de outras irregularidades (HASS *apud* ANDRADE, 1995: 31).

Concordando com esse relatório, está o fato de que todas as outras informações corroboram as predições de que a estratégia de obtenção de lenha por meio de manejo sustentado é uma fórmula dissimulada de se promover o desmatamento com amparo legal, uma vez que o manejo florestal pode ser realizado em até 100% da área da propriedade fundiária.

Por outro lado, desde os primeiros planos para implantar a siderurgia na Amazônia Oriental brasileira, a utilização da biomassa do coco-de-babaçu sempre foi indicada como uma alternativa ecologicamente prudente para o suprimento de carvão vegetal para as indústrias produtoras de ferro-gusa na região (BRASIL, 1989: 77).

As estimativas governamentais indicavam que, no início dos anos 80, havia uma área de mais de 4,7 milhões de hectares cobertos por babaçuais no Estado do Maranhão, que produziam anualmente 1,6 toneladas em média de coco por hectare. Haveria assim, potencialmente, um volume de 7,7 milhões de biomassa vegetal que poderia ser utilizada para a carbonização (BRASIL, 1982).

Diante disto, as empresas siderúrgicas instaladas na Amazônia Oriental brasileira alegam que uma das fontes de biomassa das quais se servirão para a produção do carvão vegetal é o coco-de-babaçu. Além de incluírem a utilização desta fonte de matéria-prima, promovem a divulgação de que esta seria uma fonte significativa de carvão para os seus altos-fornos, o que não corresponde à realidade, pois é uma forma de minimizar, perante os órgãos fiscalizadores e mesmo a opinião pública a pressão exercida por esses empreendimentos sobre a mata nativa (Monteiro, 1998: 178).

² Explicar a sigla.

O IBAMA realizou, no período de maio a de julho de 2005, uma inspeção nas siderúrgicas da região de Carajás e, tendo por base o volume de produção de ferro-gusa no período de 2001 a 2004, que foi de 10,5 milhões de toneladas, e ainda considerando a argumentação das siderúrgicas, estabeleceu como parâmetro para fiscalização a demanda de apenas 0,611 toneladas de carvão vegetal para cada tonelada de ferro-gusa produzida. Mesmo com este coeficiente de conversão, o instituto detectou um déficit, entre o declarado como sendo o consumido pelas empresas siderúrgicas instaladas na região de Carajás e a estimativa do órgão, na ordem de 2,1 milhões de toneladas no período de 2000 a 2004 (Tabela 3).

Tabela 3: Estimativa da demanda e o volume de carvão vegetal declarado como consumido pelas empresas para a siderurgia na Amazônia brasileira.

ANO	Produção ferro-gusa	Carvão vegetal		
		Demanda	Consumo declarado	Déficit
2000	1.543.892	943.318	620.626	322.691
2001	1.870.602	1.142.938	720.908	422.030
2002	2.080.313	1.271.071	819.462	451.609
2003	2.296.581	1.403.211	840.752	562.459
2004	2.734.329	1.670.675	1.299.912	370.763
Totais	10.525.717	6.431.213	4.301.660	2.129.553

Fonte: IBAMA (2005). Cálculos do autor.

O mais grave é que para declarar o volume de carvão consumido em 4,3 milhões de toneladas as empresas siderúrgicas informaram ao órgão ambiental brasileiro que deste volume um percentual bastante elevado (cerca de 50%) foi declarado ao Ibama como sendo proveniente de resíduos de madeira utilizados por serrarias.

Trata-se de uma declaração que não é factível pois, segundo o próprio IBAMA seriam necessários, no mínimo, de 550 mil hectares sendo explorados naquela região para gerar o volume de resíduos, somente em relação ao que foi declarado pelas guseiras no ano de 2004. Em 2004, segundo o IBAMA, foi autorizada a exploração de cerca de 290 mil ha. (PMFS + Desmatamento), por conseguinte, 264 mil ha. a menos do que o necessário para gerar o volume de resíduos declarados como sendo fonte da biomassa para a produção do carvão vegetal que as empresas alegam ter comprado.

O autor, diferentemente do IBAMA, levando em conta diversas perdas no processo produtivo, trabalha com perspectiva de coeficiente de conversão de 0,750 toneladas de carvão vegetal para uma tonelada de ferro-gusa. Estima-se, portanto, que em 2004, foram consumidos pela siderurgia na Amazônia Oriental brasileira 2 milhões de toneladas de carvão vegetal; supondo-se que 65% sejam produzidos tendo por base lenha oriunda de desmatamentos para a formação de pastagens ou de projetos de “manejo florestal sustentado” e que os 35% restantes sejam provenientes de resíduos de madeira utilizada pelas serrarias, já que as outras fontes de biomassa não são praticamente utilizadas; considerando-se provável a interseção entre as áreas das quais se extrai madeira para serrarias e as que são desmatadas com finalidades agropecuárias, podendo-se deduzir que, anualmente, os resíduos que convergem para a produção carvoeira originam-se de uma área que atinge 350 mil hectares (Tabela 4).

Tabela 4: Estimativa da dimensão da área da qual anualmente origina-se biomassa para suprir a produção de carvão vegetal que abastece a siderurgia na Amazônia brasileira.

Origem	Lenha utilizada na carbonização (t/ha)	Carvão vegetal produzido (t/ha)	Carvão vegetal demandado (103t)	Dimensão da área de procedência (10³ ha)^(a)
Resíduos de serrarias	6 ^(b)	2	700	350
Desmatamentos	44 ^(c)	14,6	1300	89
Totais	-	-	2000	439

(a) Há possibilidade de sobreposição das áreas.

(b) De 1 ha. de floresta, em termos médios, extraem-se 30 toneladas de madeira útil para serrarias, das quais, em média, 2/3 convertem-se em resíduos. Destas 20 toneladas de resíduos, em média, apenas 6 são utilizadas na produção de carvão.

(c) De 1 ha. de floresta, em termos médios, recolhem-se 44 toneladas de lenha seca útil para a carbonização, posto que, pelas técnicas utilizadas, só se carboniza aquela lenha cujo diâmetro seja superior a 5 cm e inferior a 50 cm.

Além da pressão exercida sobre a mata primária, a implantação das empresas siderometalúrgicas na Amazônia Oriental brasileira favoreceu também a concentração fundiária por duas vias: uma é que a produção de carvão vegetal reduz significativamente os custos da “limpeza da área”, o que tem influência direta nos mecanismos de privatização da terra, uma vez que facilita a implantação de pastagens; e a outra é que todos os empreendimentos adquiriram grandes propriedades fundiárias destinadas à implantação de projetos de “manejo florestal sustentado” ou de reflorestamento.

Uma lista parcial dos imóveis rurais adquiridos pelas empresas sidero-metalúrgicas aponta para uma área cuja somatória é superior a 130 mil hectares. O que reforça as distorções da estrutura fundiária regional e estabelece uma relação profundamente conservadora entre as indústrias siderúrgicas e os segmentos sociais da região, os quais têm como fonte de poder o latifúndio (MONTEIRO, 1998: 207). Muitas das aquisições de terras por parte dos empreendimentos metalúrgicos são sustentadas por mecanismos como a grilagem (SHIRAIISHI NETO, 1995: 68) e a violência contra posseiros, o que contribui de forma decisiva para aprofundar o quadro de tensão social presente em diversas áreas.

A busca de caminhos que viabilizem práticas ambientalmente prudentes para a produção do ferro-gusa

1) Instalação de miniaciarias a arco elétrico

Estudos da SUDAM/PNUD ao procurar identificar as principais dinâmicas decorrentes das atividades de extração e transformação industrial de minerais na Amazônia e apontar critérios norteadores para a avaliação de políticas de desenvolvimento, financiamento e concessão de incentivos fiscais, deram grande destaque à produção de ferro-gusa e mesmo diante dos problemas sociais e ambientais que envolvem a produção deste minério, imputam-lhe a condição de “atividade razoavelmente bem-sucedida” (SUDAM/PNUD, 1997: 89).

Ademais, esses estudos sustentaram que tal setor mereceria atenção das agências de fomento ao desenvolvimento regional em suas políticas de alocação de recursos e incentivos. E sustentam ainda a convicção da positividade do aporte de fundos públicos à siderurgia primária em face da suposta potencialidade de geração de encadeamentos produtivos a partir da produção de ferro-gusa já regionalmente instalada. Além disso, argumentam que o parque guseiro, recente na região, é

(...) a primeira expressão do processo de transformação à jusante das atividades mineiras e constitui, ele próprio, a pré-condição para induzir, no processo da produção, as atividades da segunda geração da produção sidero-metalúrgica na Amazônia (SUDAM/PNUD, 1997: 58).

Tais estudos ainda recomendam a manutenção da fabricação de ferro primário nos moldes atuais, ou seja, via alto-fornos que utilizam como redutor o carvão vegetal, indicando, concomitantemente, que a estas instalações industriais poderiam se incorporar pequenos fornos elétricos para a produção de aço. Desta forma, as empresas siderúrgicas instaladas na

região poderiam utilizar a estrutura de alto-fornos já existente para a fabricação de ferro-gusa, que, em estado líquido, seria conduzido para fornos elétricos onde se produziria aço. Estas empresas passariam então a assumir a condição de miniaciarias (SUDAM/PNUD, 1997: 58).

A construção de miniaciarias é um caminho que já começa a ser seguido pela produção siderúrgica na região. E, pelo que já se indicou, parece estar evidente que, para suportar os custos do carvão vegetal produzido em bases ecologicamente prudentes e sustentadas por relações sociais pautadas pelo respeito às leis de proteção ao trabalho, as empresas produtoras de ferro-gusa terão necessariamente que avançar em direção à produção de mercadorias de maior valor agregado. Essa alternativa tem margem para se viabilizar por meio da instalação de miniaciarias operando com fornos elétricos (EAF) (Figura 2).

Entretanto, é muito pouco factível acoplar a esta alternativa a indicação de que a solução ambientalmente prudente para o suprimento da demanda de carvão vegetal destes empreendimentos, como sugerem os estudos da SUDAM/PNUD, estaria na possibilidade deste abastecimento ser efetivado tendo por base a biomassa originária do coco-de-babaçu (SUDAM/PNUD, 1999: 71).

A sugerida instalação de miniaciarias por si só não resolve o principal problema socioambiental que envolve o beneficiamento do minério de ferro na região, vinculado aos efeitos deletérios da produção carvoeira, podendo inclusive agravá-los. Tal recomendação não presta suficiente atenção às dinâmicas sociais que evidenciam que, não havendo medidas eficientes de coação aos desmatamentos ilegais, tanto os destinados à implantação de atividades agropastoris quanto os voltados ao fornecimento de madeira às serrarias, a floresta amazônica e o cerrado maranhense, indiscriminadamente explorados, vão continuar sendo as fontes de suprimento de biomassa para a produção regional de carvão vegetal, mesmo que utilizado como insumo para a produção de mercadoria de maior valor agregado do que o ferro-gusa.

2) A utilização da biomassa do babaçu em larga escala

Estudos patrocinados pela extinta SUDAM e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, argumentam que o suprimento das indústrias produtoras de carvão vegetal por meio da carbonização do coco-de-babaçu “não é uma solução desprovida de problemas, menos de natureza técnica do que de natureza política”, pois, segundo esses estudos, “no beneficiamento do coco prevalece uma relação social arcaica que alguns segmentos políticos gostariam de preservar” e concluem que “a utilização de coco-de-babaçu

na produção de ferro-gusa é apenas um problema de vontade política e de iniciativa empresarial” (SUDAM/PNUD, 1997: 95).

Esta parece ser uma justificativa infundada para a não generalização do uso do coco-de-babaçu como insumo para a produção do carvão vegetal. Os fundamentos para tal dinâmica são de outra ordem, de caráter estritamente econômico, já que tanto na carbonização dos resíduos de madeira serrada, quanto na da lenha originária de desmatamentos, os custos para a coleta, preparação e transporte da biomassa até o forno onde será carbonizada são os mais expressivos. No caso da lenha originária de desmatamentos para implantação de atividades agropastoris, é superior a 50% do total dos custos operacionais que envolvem a produção do carvão (MONTEIRO, 1998: 154). No que se refere à utilização do coco-de-babaçu para a produção de carvão vegetal, a grande dispersão desta biomassa, somente 1,6 t/ha., amplia em muito os custos de sua coleta e do seu transporte até o local de carbonização, o que, aparentemente, em face dos baixos preços do carvão vegetal, não o tornam competitivo frente ao originário de resíduos de madeira serrada, ou mesmo daquele oriundo da lenha de áreas desmatadas.

A utilização do coco-de-babaçu como fonte de biomassa para a produção de carvão vegetal, apesar de ser uma alternativa ecologicamente mais prudente, não se generalizou, fundamentalmente porque os produtores de ferro-gusa estão amarrados a uma lógica que os conduz a induzirem seus fornecedores de carvão vegetal a utilizarem a biomassa mais barata possível, desprezando as repercussões sociais e ecológicas. Desta maneira, as manifestações de preocupação com prudência ambiental dos produtores de ferro-gusa findam por se consolidar enquanto mero elemento de retórica.

A desatenção a este aspecto é também uma das grandes limitações da proposta do Instituto Pró-Natura para estabelecer o fornecimento sustentável de carvão vegetal para a siderurgia regional. A proposta sugere a produção de carvão vegetal, em larga escala, a partir do coco-de-babaçu. Ela seria viabilizada com o aporte de verbas públicas e o possível recebimento de créditos por seqüestro de carbono (Instituto Pró-Natura, 2000: 7). Todavia, mantida a incapacidade de fiscalização do poder público sobre os desmatamentos ilegais, esta alternativa terá que concorrer no mercado com o carvão vegetal originário de outras fontes de biomassa, tanto os resíduos de madeira utilizada pelas serrarias quanto a lenha diretamente proveniente de desmatamentos, muito mais concentradas espacialmente. Neste contexto, a viabilidade econômica da produção de carvão a partir do coco de babaçu estaria assentada na possibilidade da superexploração da força de trabalho, disseminando ainda mais as relações

de trabalho indesejáveis e que caracterizam a produção do carvão vegetal que recorre à madeira originária da mata nativa. Além do que esta produção pode contribuir para a desestruturação de atividades extrativistas ambientalmente prudentes, bem-sucedidas e relacionadas com o aproveitamento do coco-de-babaçu para outras finalidades, como a produção de óleo e de sabonete.

3) Utilizar biomassa originária da silvicultura

Outra solução freqüentemente indicada para minimizar a pressão que a demanda por carvão vegetal exerce sobre a mata nativa é a possibilidade de se recorrer à silvicultura. Entretanto, a implantação de florestas com a finalidade de produzir biomassa para a produção de carvão vegetal requer um ciclo longo que envolve pelo menos duas décadas, nas quais são realizados 3 cortes, isto é, um investimento de capitais por tão longo prazo, principalmente, para suprir um mercado cujos preços são relativamente voláteis. Diante desse quadro, as siderúrgicas independentes **não utilizam, historicamente, com estratégia de suprimento de carvão vegetal à silvicultura.** **(Este trecho não tem coesão. Utilizam o quê?)**

Um estudo do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 1995: 53), ao referir-se ao suprimento de carvão vegetal para a indústria do ferro-gusa no Estado de Minas Gerais, reconhece que a prática, existente há décadas, de se recorrer, em larga escala, à utilização de biomassa originária de mata nativa de forma desprovida de prudência ecológica tende a permanecer naquela região. Segundo o estudo, este é um processo que se sustenta ao longo do tempo pelo fato de o preço do carvão originário de biomassa da mata nativa ser significativamente menor do que o originário de florestas plantadas, mas principalmente pela ineficácia dos mecanismos de coação ao desmatamento indiscriminado.

Essas dinâmicas guardam enormes singularidades com as estabelecidas em decorrência da produção siderúrgica na Amazônia Oriental brasileira, pois, após mais de duas décadas, ao fim das quais o discurso do estabelecimento na região de grandes áreas destinadas à silvicultura para atender a demanda de carvão vegetal, já havia perdido a sua credibilidade. Todavia diante das pressões exercidas pela sociedade civil, nacional e internacional, mas, sobretudo, pela drástica elevação dos preços do ferro-gusa, a alternativa da silvicultura esquecida, em termos práticos há anos, volta a ser apresentada como alternativa ao suprimento de biomassa para produção de carvão vegetal.

Um exemplo disto é o futuro aproveitamento de áreas da Celulose do Maranhão – CELMAR, no Maranhão, plantadas com eucalipto e pertencentes a CVRD que, inicialmente,

pretendia usar a madeira para a produção de celulose. No entanto, a sociedade firmada entre a CVRD e a empresa siderúrgica norte-americana – NUCOR, fez com que essas empresas passassem a integrar o patrimônio da Siderúrgica Ferro Carajás S.A., fruto desta associação. Trata-se de uma empresa que instalará 2 alto-fornos em Marabá destinados à produção de ferro gusa (Figura 7).

Com os preços do ferro-gusa em alta, chegando a ser vendido, em dezembro de 2004, a US\$ 235,56, começa-se a se propalar que a produção do carvão vegetal - cujos preços, só em 2004, subiram de US\$ 51 a tonelada, em janeiro, para US\$ 121 a tonelada, em dezembro daquele ano, terá uma elevação de 460% . Ganhou força o discurso de que o carvão vegetal é uma mercadoria que deveria, como, aliás, já está sendo produzida e comercializada pela pequena produção camponesa, como alternativa de fortalecimento deste sistema produtivo, a despeito da drástica redução ou mesmo extinção da floresta primária ainda existente nos lotes.

É um cenário no qual, diante de questionamentos de ordem social e ambiental, os produtores de ferro-gusa da região de Carajás voltam a apresentar o Fundo Florestal de Carajás como alternativa para financiar a silvicultura na região. Aliado a isto começa a se defender que a pequena produção camponesa passe a investir na silvicultura como alternativa para a geração de renda a **(Falta alguma palavra aqui)** de eucalipto em suas propriedades.

No concernente à capacidade do Fundo Florestal de Carajás ser significativa no financiamento da silvicultura na região da Estrada de Ferro Carajás, pode-se dizer que tal capacidade é limitadíssima uma vez que os valores que são aportados a este fundo são pouco significativos frente aos custos de implantação de florestas plantadas e ao volume de área que seria necessária para abastecer as siderúrgicas em operação.

Além do que, no que diz respeito à silvicultura, o principal óbice é o fato de que esta se refere a uma atividade que envolve investimento e imobilização de capital por pelo menos duas décadas e que, quando se atrela esta atividade ao mercado do ferro-gusa, a estrutura camponesa passa correr um grande risco, pois não terá garantias do preço que receberá pela madeira, uma vez que estará diretamente vinculada ao preço do ferro-gusa que apresenta grandes oscilações que repercutem diretamente no preço do carvão vegetal.

Ao que se soma o fato de que quando os preços do ferro-gusa atingem certos patamares, alguns produtores independentes desse minério cessam a produção. Como esta não é uma prática incomum, há possibilidade muito limitada da produção do ferro-gusa ser viável economicamente quando se recorre à biomassa originária de silvicultura, neste caso muitos proprietários de guseiras desativam, temporariamente, os alto-fornos, ou conseguem manter a

viabilidade econômica da produção do ferro-gusa recorrendo ao carvão originário de floresta primária, como fazem as siderúrgicas independentes atualmente instaladas na Amazônia Oriental brasileira.

Um empreendimento guseiro quando transfere para terceiros, no caso pequenos proprietários, a responsabilidade pela produção da madeira que garantirá o suprimento de biomassa para a produção de carvão vegetal, vale-se de um mecanismo de flexibilização defensivo de sua empresa, transferindo investimentos em ativos fixos com terra e riscos de longo prazo para outros. E não se trata de uma transferência de investimentos e nem, conseqüentemente, de riscos de pequena monta. A montagem dos dois alto-fornos da Siderúrgica Ferro Carajás S.A, demandou recursos na ordem 44,6 milhões, o que equivaleu a 38, 28% de um total de US\$ 116,5 milhões que foram investidos no projeto, mas a maior parte dos recursos (58,71%) representaram os gastos previamente destinados à silvicultura e à montagem das estruturas voltadas ao carvoejamento.

Assim, quando uma empresa que produz ferro-gusa transfere para centenas de pequenos agricultores a tarefa de cultivar florestas, ela está transferindo para eles, a depender do volume de área que consiga arrecadar, a parte mais significativa do seu investimento, transferindo, desta forma, também os riscos.

Por fim, não há garantia que a madeira originária de silvicultura desenvolvida por um pequeno produtor não sofrerá a concorrência ilegal da madeira extraída da floresta primária, o que certamente comprometerá a viabilidade econômica da atividade silvicultural e, dependendo do peso que esta atividade tenha assumido na propriedade camponesa, poderá colocar em risco a reprodução da própria estrutura camponesa, pois não são somente os tratamentos silviculturais que elevam o custo do carvão vegetal obtido a partir da floresta plantada, mas sobretudo, a inviabilidade de sua concorrência com o carvão originário da biomassa ilegalmente extraída da floresta primária. Esta dinâmica se vincula diretamente à incapacidade da sociedade coagir as práticas ilegais de desmatamento.

4) Técnicas modernas e eficazes de carbonização da biomassa

Outro caminho, apontado com base em experiências desenvolvidas no Sudeste do Brasil, seria a alteração na tecnologia de carbonização da madeira, com a adoção de processos de produção bem mais sofisticados do que os atualmente utilizados. Tal alteração é reivindicada como uma alternativa para tornar viável economicamente a utilização de biomassa oriunda de reflorestamentos para a produção de carvão vegetal (Brasil, 1995: 25).

Esta também era uma recomendação presente nos planos governamentais da década de 80 (BRASIL, 1989: 272). Contudo, apesar da existência de tecnologias que possibilitam maior eficiência e o aproveitamento de diversos produtos advindos da carbonização da lenha, mantêm-se, tanto na Amazônia quanto no Sudeste do Brasil, as rústicas técnicas de produção do carvão vegetal. Uma situação que parece ter ligação direta com as estratégias das empresas produtoras de ferro-gusa de transferirem a responsabilidade da produção do carvão vegetal para uma grande rede de centenas de fornecedores pouco capitalizados e desprovidos de condições de fazerem investimentos em equipamentos de carbonização dotados de tecnologias que permitissem maior eficiência e amplo aproveitamento de todos os produtos advindos da pirólise da madeira.

5) Alternativas que desenham regionalmente

A principal alternativa que se apresenta é a que busca envolver rotas tecnológicas vinculadas a processos siderúrgicos que recorrem à energia elétrica para realizar a produção de produtos de aço, como é o caso da estratégia adotada pela SIMARA.

Não está descartada também, a médio prazo, a possibilidade de utilização de processos que requerem gás natural para a redução do minério de ferro e a produção de outro tipo de ferro primário denominado ferro esponja, que pode ser utilizado, tal qual o ferro-gusa, nas etapas subseqüentes da produção siderúrgica (Figura 2).

O processo industrial de redução de uma carga metálica em forno de arco-elétrico demanda, para a produção de uma tonelada de aço, em termos médios, eletricidade equivalente a 167,197 kgep. Já a redução do minério de ferro para a fabricação de ferro esponja, utilizando-se de gás natural, implica demanda energética que orbita, em função do processo industrial utilizado, entre 210,084 kgep e 243,255 kgep (ZERVAS *et al.*, 1996).

Apesar da maior eficiência energética que caracteriza a produção do aço em forno elétrico, este processo encontra como principal barreira para sua disseminação o custo da energia elétrica que, em preços de 2000, equivalia a US\$ 79,6/bep (BRASIL, 2001). Todavia, a elevação nos preços do aço e sua utilização na mesma planta industrial para a produção de produtos diversificados de maior valor agregado compensariam os custos com o suprimento de energia elétrica que estima como sendo de US\$ 96/t de aço.

A produção de ferro primário por meio da utilização de gás natural, apesar de demandar menos energia do que a que recorre ao carvão vegetal, tem como óbices o preço do gás natural e, principalmente, a existência de uma logística para a distribuição deste combustível.

Entretanto, esta alternativa na Amazônia brasileira ganha um grau de plausibilidade, pois se deve levar em conta que em 1985, em termos nacionais, a relação de preços médios entre o carvão vegetal e o gás natural combustível era de 0,47; já em 2000 esta relação foi alterada para 0,83 (BRASIL, 2001). Em outras palavras, houve uma significativa redução do custo do gás natural em relação ao preço do carvão vegetal. Essa alternativa ganha maior plausibilidade com a previsão para a construção, ainda nesta década, de gasoduto que ligará Açailândia, no Maranhão, a diversas cidades do nordeste.

No longo prazo, deve-se levar em conta a existência, segundo a Petrobrás, da maior reserva de gás natural da Amazônia, nas bacias dos rios Juruá e Urucu, no Estado do Amazonas, além de construção já efetivada do trecho do gasoduto que liga Urucu a Coari e o fato de que já está sendo projetado o gasoduto ligando Coari até a capital do Estado do Amazonas.

Tal realidade é um elemento que deve induzir tanto o desenvolvimento de estudos envolvendo a viabilidade da construção de logística de distribuição do gás natural para a região, quanto o estudo desta rota tecnológica para a produção de ferro primário, pois sua materialização contribuiria para solucionar problemas socioambientais e abrir novas perspectivas para a verticalização da produção mineral na Amazônia Oriental brasileira.

Considerações finais

A histórica incapacidade de se exercer controle público sobre os efeitos deletérios da produção carvoeira no Brasil somada às características do mercado de ferro-gusa, marcado pela oscilação de preços e pelas dificuldades dos produtores independentes de sustentarem o abastecimento de carvão vegetal com em base florestas plantadas, indicam a necessidade das estruturas estatais construírem tensões para que os entes privados, vinculados de trajetórias oportunistas e transferência de custos privados para a sociedade, se vejam compelidos a desenvolver alternativas social e ambientalmente sustentáveis à utilização do carvão vegetal para processamento siderúrgico da hematita da região Carajás.

Para tanto é fundamental a capacidade de a sociedade criar mecanismos capazes de coagir o uso predatório e ilegal da floresta primária, bem como relações de trabalho que não cumprem a legislação trabalhista, que submetem os trabalhadores a condições degradantes, que recorrem ao trabalho infantil, ou que se utilizam do trabalho escravo.

O primeiro passo para isso é a não-aceitação, sob qualquer hipótese, da desvinculação, estabelecida por diversas formas, entre a atividade que envolve a produção do carvão vegetal

e a produção siderúrgica. Essas práticas não podem ser tratadas e fiscalizadas como atividades independentes. As indústrias siderúrgicas têm de ser, efetivamente, responsabilizadas tanto pela procedência do carvão vegetal que consomem – devendo, pois, ser penalizadas pelo descumprimento das normas ambientais que regem o acesso à biomassa da mata primária – quanto pela garantia de todos os direitos trabalhistas daqueles envolvidos na produção do carvão vegetal.

Não basta que as empresas siderúrgicas indiquem que o carvão é originário de aparas de madeira serrada ou mesmo de desmatamentos para implantação de atividades agropastoris, partindo de um suposto, que lhes é muito conveniente, de que se trata de atividades que estão sendo exercidas obedecendo às normas ambientais e legais para ter acesso e retirar a madeira das formações vegetais nativas. Eximem-se assim de compromissos efetivos em relação à verificação da origem da biomassa que está suprimindo a produção de carvão que abastece seus alto-fornos e adiando, seguidamente, sem qualquer penalidade, os prazos para tornarem sustentável o suprimento de carvão vegetal que lhes abastece.

Somente a fiscalização pública da origem da biomassa e das relações de trabalho que sustentam a produção carvoeira pode ajudar decisivamente a reversão de dinâmicas sociais que têm, na Amazônia Oriental brasileira, contribuído para não apenas reforçar a lógica produtiva vinculada à exploração predatória dos recursos naturais, como também para caotizar diversos espaços urbanos, ampliar as tensões no campo e os conflitos fundiários e intensificar os esquemas de submissão da força de trabalho à baixa remuneração e a condições de trabalho insalubres. Dinâmicas estas que viabilizam a produção barata do carvão vegetal, fundamental para os produtores independentes de ferro-gusa e que, em última instância, representam uma brutal transferência para a sociedade de custos privados.

Referências bibliográficas

ABRACAVE. **Anuário Estatístico**. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Carvão Vegetal. 1985-2005.

ANDRADE, Maristela de Paula. A produção de carvão vegetal e o plantio de eucalipto no leste maranhense. *In*: ANDRADE, M. P. *et al.* **Carajás: destruição ou desenvolvimento?** São Luís: Comissão Pastoral da Terra. Relatório de Pesquisa. p. 15-66. 1995.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. Programa Grande Carajás: Brasília. 38p, 1981.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. **Mapeamento e levantamento do potencial das ocorrências de babaçuais; Estados de Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás**. Brasília, 1982.

BRASIL. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Programa Grande Carajás. Secretaria Executiva. **Plano-diretor do Corredor da Estrada de Ferro Carajás**. Brasília, NATRON. 536p, 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. Brasília. 108p, 1995.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2001**. Brasília. 139 p, 2001.

CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. **Uso de energia na indústria de ferro-gusa não integrada em Minas Gerais**. Belo Horizonte. 270p, 1988.

CVRD. Companhia Vale do Rio Doce. **Implantação de Usina Siderúrgica de produtos longos na área de influência da estrada de ferro Carajás**: Belém, (mimeo) 54p, 2000.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Diagnóstico do setor siderúrgico nos estados do Pará e do Maranhão - Relatório Técnico**. Brasília, 2005.

IBS. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Estatística da siderurgia. p. 1-20, ISSN, 0104-1304. Rio de Janeiro. out. 2006.

MARTINS, H. **"Madeira como fonte de energia"**, in: CETEC: Uso da madeira para fins energéticos, Belo Horizonte. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, p. 104. 1980, (Série Publicações Técnicas).

MONTEIRO, M. **Carvoejamento no sudeste paraense: desenvolvimento e cidadania**. Instituto do Homem, São Luis. p. 16. 1993.

MONTEIRO, M. A. **Siderurgia e Carvoejamento na Amazônia: Drenagem energético-material e pauperização regional**. Belém: NAEA/UFPA. 251p, 1998.

MARTINS, H. “**Madeira como fonte de energia**”, in: CETEC: Uso da madeira para fins energéticos, Belo Horizonte. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, p. 104. 1980, (Série Publicações Técnicas).

SHIRAIISHI NETO, J. Grilagem de terra no leste maranhense. *In*: ANDRADE, M. P. *et al.* **Carajás: destruição ou desenvolvimento?** São Luís: Comissão Pastoral da Terra, p. 67-77, 1995.

SUDAM/PNUD. **Complexos Mínero-Metálicos na Amazônia Legal**. Belém. 234 p, 1997.

VIDAL, E. *et al.* **Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia**. Publication of the Instituto de Madeira da Amazônia. IMAZON, Belém. 1997.

ZERVAS T.; McMullan T. J.; WILLIAMS B. C. Gas-based direct reduction processes for iron and steel production. **International Journal of Energy Research**, V 20, n 2: 157-185, 1996.