

Em busca de energia barata e com escassa prudência ambiental o caso do deslocamento de siderúrgicas para a Amazônia

Maurílio de Abreu Monteiro*

Resumo

Na Amazônia Oriental brasileira instalaram-se, nas últimas duas décadas, diversos empreendimentos voltados à transformação industrial do minério de ferro, extraído na Serra de Carajás, estado do Pará. São empresas dedicadas somente à produção de ferro-gusa — uma forma de ferro primário pela qual a maior parte dos compostos ferríferos tem que passar antes de ser transformada em aço. Os investimentos e a escala de produção destas companhias são pequenos quando comparados com as chamadas usinas integradas, que produzem aço e envolvem escalas de produção muito elevadas, em torno de 3 milhões de t/ano e inversões de capitais na ordem de US\$ 3,6 bilhões por unidade industrial. A produção do ferro-gusa é um processo energético intensivo, no qual uma tonelada de ferro-gusa demanda 580,25 kgep, supridos quase que exclusivamente pelo carvão vegetal. O artigo analisa o deslocamento para a região destas siderúrgicas que até os anos de 1990 estavam concentradas no sudeste brasileiro e as implicações da demanda regional por carvão vegetal, que ultrapassou 2 milhões de t/ano, oriundas, basicamente, da mata primária. Um cenário diante do qual alguns estudos indicam como alternativa a manutenção da fabricação de ferro primário nos moldes atuais, associada à incorporação de pequenos fornos elétricos para a produção de aço. O artigo aponta que 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 e indica a produção de ferro esponja como possível alternativa à redução do minério de ferro para a fabricação regional de ferro primário, recorrendo-se para tanto ao gás natural cuja utilização nesta rota tecnológica alternativa implica demanda energética de 243,25 kgep/t.

* Professor e pesquisador do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da UFPA. E-mail: maurilio@naea.ufpa.br

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. 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 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, a 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 tão-somente à produção do ferro-gusa e que até então se concentravam exclusivamente no Sudeste brasileiro.

Trata-se de 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, onde ainda a aquisição de carvão vegetal é mais fácil e barata, parece consolidar-se como uma tendência que se desenha e que já permite inferir efeitos deletérios relacionados à demanda daquele insumo.

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

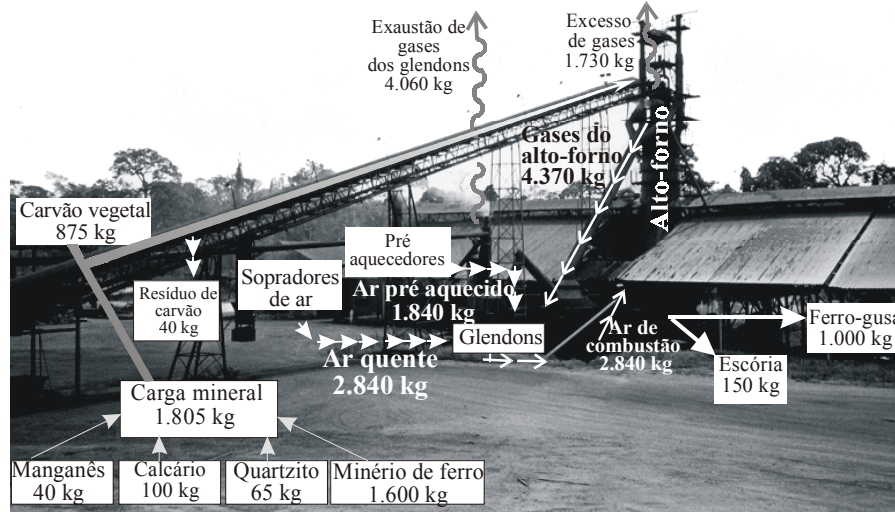
contínuo e parte de uma carga previamente balanceada de minério de ferro, redutor e fundentes. Há alto-fornos que utilizam o coque mineral como redutor e outros que utilizam o carvão vegetal.

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”. Os investimentos e a escala de produção destas companhias são pequenos quando comparados com as chamadas usinas integradas que produzem produtos de aço, (como tarugos, placas, chapas, bobinas, vergalhões e cabos aço) e envolvem escalas de produção muito elevadas, em torno de 3 milhões de t/ano e inversões de capitais na ordem de US\$ 3,6 bilhões por unidade industrial.

As produtoras chamadas independentes, para a produção de uma tonelada de ferro-gusa, em termos médios, utilizam 0,875 t de carvão vegetal, 1,5 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%. (Fig. 1). 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 parcela do gás formado na combustão deixa o forno pelo topo, outra (60%), é aproveitada para o pré-aquecimento do ar de combustão (CEMIG, 1988).

Na produção do ferro-gusa o carvão vegetal cumpre duas funções: de 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 correspondentes 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. Trata-se de segmento industrial que tem sofrido pouquíssimas alterações em seus fundamentos produtivos no decorrer das últimas décadas.

Figura 1: Representação esquemática da produção de uma tonelada de ferro-gusa em alto-forno de siderúrgica independente.



Fonte: CEMIG (1988). Elaboração do autor.

Os produtores de ferro-gusa, até os anos 80, se concentravam quase exclusivamente no Sudeste brasileiro. Lá, a indústria siderúrgica recorreu amplamente ao carvão vegetal como redutor para a produção do ferro-gusa. Na década de 1990 houve, entretanto, progressiva diminuição do consumo daquele insumo. Em 1988, foram consumidos mais de 36,3 milhões de m³ de carvão vegetal, e em 2000 este consumo caiu para 25,49 milhões de m³ (ABRACAVE, 2001). O carvão vegetal tem basicamente duas origens: a biomassa da mata primária ou de plantios florestais.

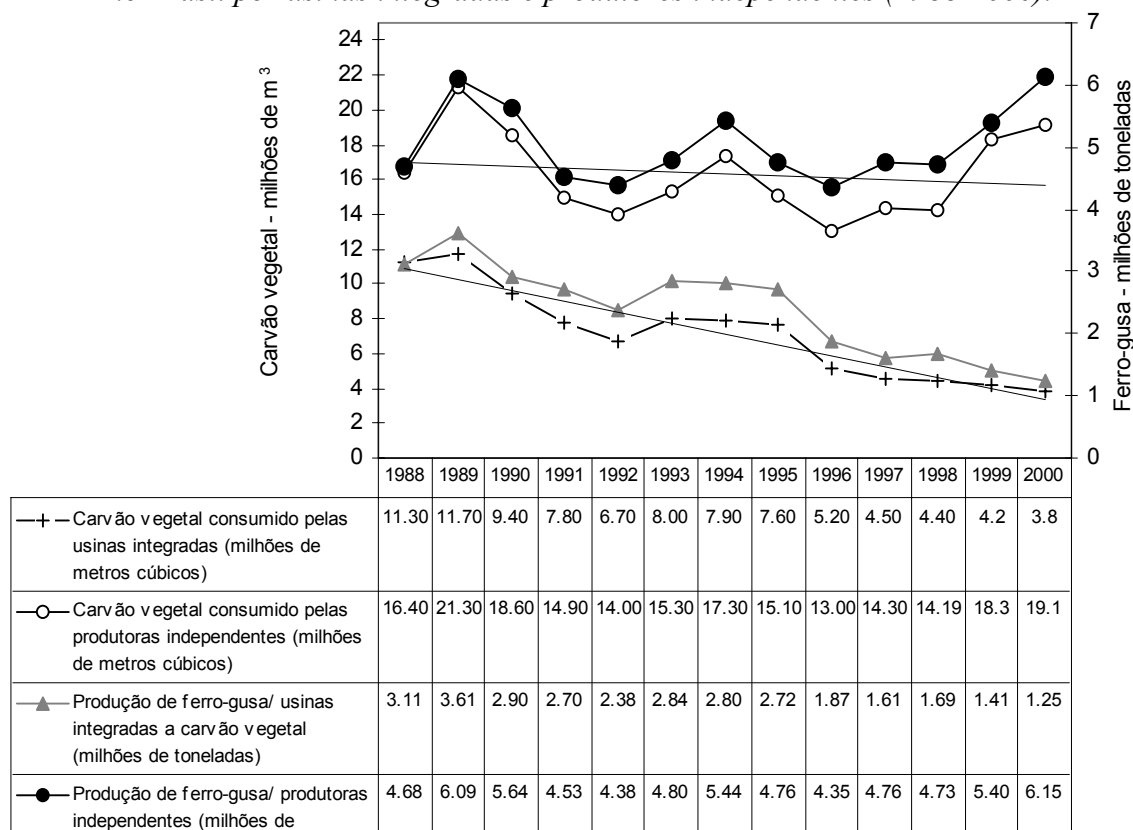
O carvão vegetal originário de plantios florestais tem custo de produção significativamente superior ao proveniente de mata primária, sendo as suas maiores consumidoras as siderúrgicas integradas. Pois, tendo a produção verticalizada, elas podem suportar preços de insumos mais altos, em especial os do 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 1988, elas consumiram 11,3 milhões de m³ de carvão vegetal, mas este consumo teve uma redução constante durante os anos 90, e, em 2000, ele caiu para 3,8 milhões de m³ (Fig. 2). Esta retração no consumo de carvão vegetal pelas usinas integradas vinculou-se à crescente substituição do carvão vegetal pelo coque no processo produtivo. A siderurgia integrada que recorre ao carvão vegetal, em 1988, produziu 3,11 milhões de toneladas de ferro-gusa e, em 2000, este volume foi reduzido para 1,25 milhão (ABRACAVE, 2001). Mas, em compensação, no mesmo período, a produção do ferro-gusa pelas usinas integradas, tendo como base o coque, cresceu de 15,6 milhões, em 1988, para 18,6 milhões de toneladas em 1998 (ABRACAVE, 1999). Isto reflete mudanças processadas

em grandes indústrias siderúrgicas integradas como a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira e a Aços Especiais de Itabira – Acesita –, 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.

Tais tendências, aparentemente, foram decisivas para que na década de 1990 houvesse redução, em termos nacionais, da dimensão das áreas plantadas de florestas cuja destinação seria a produção de carvão vegetal. Em 1990, foram 125 mil ha, mas em 2000 este volume caiu para 30 mil ha (ABRACAVE, 2001).

Figura 2: Consumo de carvão vegetal, linhas de tendência e produção de ferro-gusa no Brasil por usinas integradas e produtores independentes (1988-2000).



Fonte: Anuário estatístico ABRAVACE (diversos anos). Elaboração do autor.

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. Em 2000, elas consumiram 19,1 milhões de m³ carvão vegetal, o que representou 68% do carvão vegetal demandado pela indústria brasileira.

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 13 delas na Amazônia Oriental brasileira. A capacidade instalada destes produtores de ferro-gusa na Amazônia atualmente ultrapassa 2,77 milhões de toneladas/ano, que decorre da edificação de 25 alto-fornos. No Estado de Minas Gerais, elas representam uma capacidade instalada de 5 milhões de toneladas/ano. Em face da capacidade instalada nacional de produção de ferro-gusa por empresas independentes, a existente hoje na Amazônia abarca uma fatia que já é superior a $\frac{1}{4}$ da capacidade instalada deste setor no País.

Consolidou-se uma situação na Amazônia Oriental brasileira, na qual se tem ampliado ano a ano a produção de ferro-gusa e que começa a mostrar-se significativa. Isto implica também a existência do consumo anual de carvão vegetal nem um pouco desprezível, são pelo menos 2 milhões de toneladas. Já em termos do minério de ferro, a demanda originada por estas siderúrgicas é pequena (aproximadamente 6%) quando comparada ao montante anualmente extraído da Serra de Carajás (Monteiro, 2002).

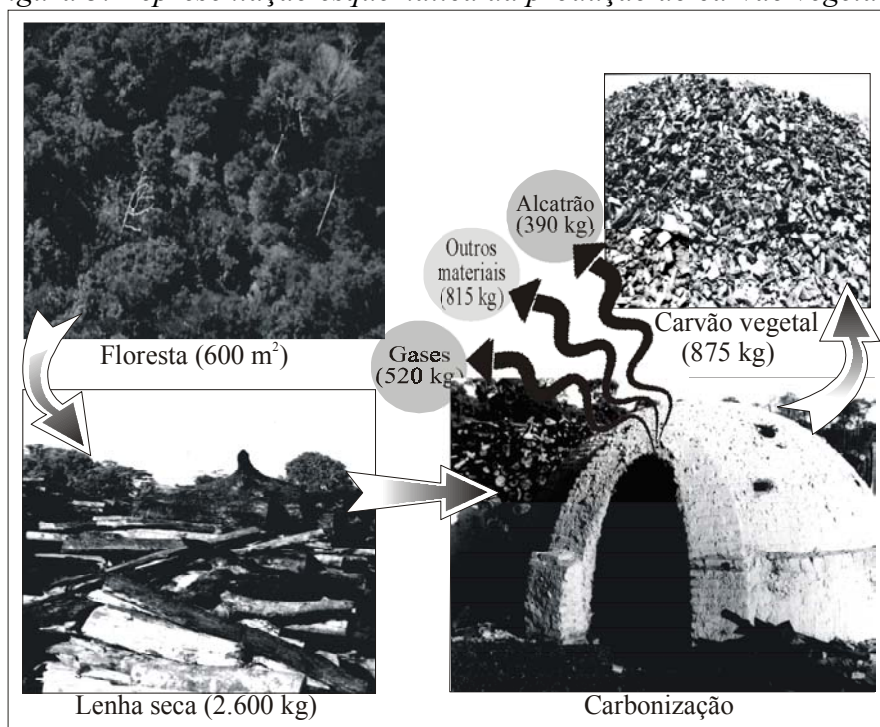
A necessidade de elevados *inputs* materiais e energéticos para a produção do ferro-gusa

A produção do ferro-gusa é um processo energético-intensivo. Os *inputs* energéticos que envolvem a sua produção 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. A biomassa utilizada na Amazônia Oriental brasileira para a produção do carvão vegetal origina-se basicamente da floresta primária, sendo suas principais fontes o material lenhoso retirado de áreas onde a floresta é suprimida para dar lugar a atividades agropecuárias ou de resíduos de madeira decorrentes de atividades de serrarias.

Em ambos os casos, não há dúvidas em indicar que o processo amplamente utilizado na região é o de carbonização através dos fornos conhecidos pela denominação de “rabo-quente”, que resulta em parâmetros de conversão na ordem de 2,6 t de lenha para 0,875 t de carvão (Fig. 3).

A produção de carvão vegetal implica 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 (Fig. 3). 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 quilograma equivalentes de petróleo – kgep/kg).

Figura 3: Representação esquemática da produção do carvão vegetal.



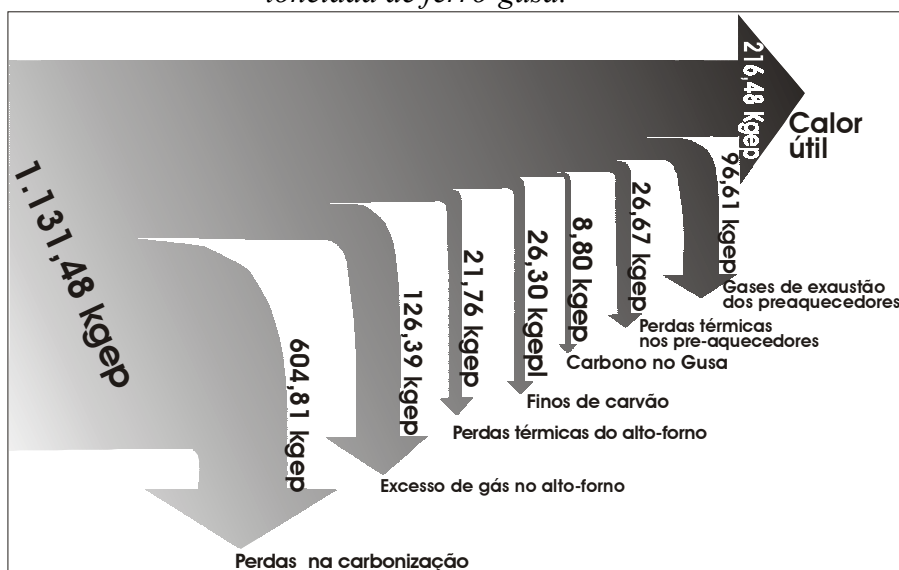
Fonte: Monteiro (1998).

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). De onde se deduz que só a produção de 875 kg de carvão vegetal, necessários à fabricação de uma tonelada de gusa, implica perdas energéticas equivalentes a 604 kgep. Este volume de carvão, considerando 0,630 como fator de conversão para tonelada equivalente de petróleo – tep – médio (Brasil, 2001: 104) ter-se-á uma correspondência a 551,25 kgep no que se refere aos inputs oriundos do carvão vegetal.

A ineficiência energética deste processo produtivo ainda é aumentada pelo fato de que a produção do ferro-gusa também é marcada pela baixa eficiência energética e envolve a utilização e dispersão de enormes quantidades de matéria e energia (Fig. 1 e 4). 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.

A energia utilizada para a valorização de uma tonelada de 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, 0,1 megawatt-hora – MWh – oriunda da usina Hidrelétrica de Tucuruí. Utilizando-se 290 como fator de conversão de MWh para kgep (Brasil, 2001: 104) pode-se inferir uma demanda energética adicional de 29 kgep. Assim, pode-se inferir que, em termos médios, somente o processo industrial responsável pela produção de uma tonelada de ferro-gusa requer 580,25 kgep. A dimensão da expressão da demanda energética deste processo fica mais evidente ao se constatar que a lavra, o beneficiamento primário e o transporte até o porto de uma tonelada de minério de ferro extraído na Serra dos Carajás demandam 3,26 kgep, requerendo, portanto 178 vezes menos energia do que a produção de uma tonelada de ferro-gusa (Monteiro 2000).

Figura 4: Diagrama da cadeia de utilização energética para a produção de uma tonelada de ferro-gusa.



Fontes: Martins (1980) modificado, CEMIG (1988), Brasil (2001). Elaboração do autor.

A baixa eficiência energética carbonização e da redução da hematita para a produção de ferro-gusa por pequenas indústrias siderúrgicas tendo por base o carvão vegetal 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 em especiais os vinculados à produção de carvão vegetal, tornando eficiente, do ponto de vista estritamente econômico, unidades de transformação dotadas de baixíssima eficiência energética. Ao que se soma o fato de que a quantidade de enxofre contida no ferro-gusa, produzido nestas bases, é residual, não sendo necessário ser submetido a processos de refino secundário como a dessulfuração, como é imprescindível para a produção de algumas ligas metálicas especiais e cujo minério de ferro foi reduzido utilizando-se o coque mineral.

O acesso à biomassa da mata primária realizado sem prudência ecológica

As produtoras de ferro-gusa recorrem a diversos artifícios que, de forma desprovida 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 sendo 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 gerência regional do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - 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 através 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 empresa siderúrgica MARGUSA, indicou que as áreas eram alvo de constantes incêndios sem que a empresa tomasse providências para evitá-los; que não foram respeitadas as restrições de corte impostas pelos planos de manejo aprovados; que ocorriam cortes em anos consecutivos; que o enriquecimento das áreas com novas mudas foi abandonado; além de indicar uma série de outras irregularidades (Hass *apud* Andrade, 1995: 31).

Como naquele relatório, todas as outras informações corroboram as predições de que a estratégia de obtenção de lenha através 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 biomassa para a produção de carvão vegetal para suprir 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 tonelada 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 incluem em seus relatórios para os órgãos ambientais que uma das fontes de biomassa das quais se servem para a produção do carvão vegetal é o coco de babaçu. Além de incluírem em seus relatórios a utilização desta biomassa, promovem a divulgação de que esta seria uma fonte significativa para a produção de carvão para abastecer aos seus alto-fornos, o que não corresponde à realidade, e é uma forma de minimizar, perante os órgãos fiscalizadores e mesmo à opinião pública, a pressão exercida por esses empreendimentos sobre a floresta primária (Monteiro, 1998: 178).

Assim, até o momento, a produção do carvão vegetal a partir coco de babaçu para abastecer as siderúrgicas da região é extremamente residual. Resume-se a programas piloto, como o que funcionou com o apoio do Governo do Estado do Maranhão, no

sudoeste daquele Estado. O Instituto Pró-Natura propõe inclusive que esta experiência deve receber mais apoio institucional para que possa se generalizar (Instituto Pró-Natura, 2000: 5).

Estudos patrocinados pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM – e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD – argumentam que o suprimento das indústrias produtoras de carvão vegetal através da carbonização do coco de babaçu “não é uma solução desprovida de problemas, menos de natureza técnica do que de natureza política” pois segundo aqueles 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 de 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. Pois, 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, ele 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, nem mesmo daquele oriundo da lenha originária de áreas desmatadas para fins agropecuários.

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

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 do ferro-gusa, imputaram-lhe a condição de “atividade razoavelmente bem-sucedida” (SUDAM/ PNUD, 1997: 89). Afirmaram 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. 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 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 ferro-gusa, que em estado líquido, seria conduzido para fornos elétricos onde se produziria aço. Estas empresas passariam então a assumir a condição de mini-aciarias (SUDAM/PNUD, 1997: 58).

A construção de mini-aciarias é um caminho que poderá ser seguido por este segmento da 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, o que talvez possa se viabilizar através da instalação de mini-aciarias operando com fornos elétricos. 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 mini-aciarias por si só não resolve o principal problema sócioambiental que envolve a transferência deste segmento de siderúrgicas para a 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 aço, mercadoria de maior valor agregado do que o ferro-gusa.

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 primária. 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.

Outra solução frequentemente indicada para minimizar a pressão que a demanda por carvão vegetal exerce sobre a mata primária é a possibilidade de se recorrer à sivilcultura. 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.

O investimento de capitais por tão longo prazo, mas principalmente, como se indicou, a elevação de custos da produção do carvão vegetal a partir da madeira originária da silvicultura, não é assimilável por empresas que produzem tão somente ferro-gusa.

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 primária 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 do 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. Uma análise pertinente dessas dinâmicas que guardam enormes singularidades com as estabelecidas em decorrência da produção siderúrgica na Amazônia Oriental brasileira.

De tal forma, mesmo aquelas propostas de financiamento público, na condição de fundo perdido, destinado à aquisição de terras para a implantação de silvicultura para o abastecimento do parque siderúrgico na Amazônia Oriental brasileira, como sugere a CVRD (CVRD, 2000), não resolveriam o problema. Pois não são somente os valores investidos na aquisição da terra que elevam o custo do carvão vegetal obtido a partir de floresta plantada, inviabilizando a sua concorrência com o carvão originário de biomassa ilegalmente extraída da mata nativa. Esta dinâmica se vincula diretamente à incapacidade da sociedade coagir as práticas ilegais de desmatamento, o que ganha maior relevância quando se tratam de formações vegetais que compõem ecossistemas pouco conhecidos como os que a Amazônia abriga.

Outro caminho apontado tendo base em experiências desenvolvidas, em escala piloto, 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. Tais mudanças são reivindicadas 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 1980 (Brasil, 1989: 272). Contudo, apesar da existência de tecnologias que possibilitam maior eficiência e o aproveitamento de diversos produtos advindos da carbonização da lenha, mantém-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

deste segmento de 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 energética e amplo aproveitamento de todos os produtos advindos da pirólise da madeira.

Então, o elemento fundamental para integrar a produção siderúrgica regional a dinâmicas produtivas que não sejam tão somente marcadas pela garantia da viabilidade econômica destas atividades, mas que também sejam ao mesmo tempo pautadas pela prudência ambiental e contribuam para a produção de equidade social em termos regionais é a capacidade da sociedade criar mecanismos capazes de coagir o uso predatório da mata primária, bem como relações de trabalho que sequer obedecem à legislação trabalhista.

Possivelmente o primeiro passo para tanto é a não aceitação da desvinculação, estabelecida por diversas formas, entre a atividade que envolve a produção do carvão vegetal e a produção siderúrgica. Tais negócios não podem ser tratados e fiscalizados como atividades independentes. As indústrias siderúrgicas têm de ser efetivamente responsabilizadas no que se refere à procedência do carvão vegetal que consomem, sendo também penalizadas pelo descumprimento das normas trabalhistas e ambientais que regem o acesso à biomassa da mata nativa e à 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 tratam 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 suprindo 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 em relação à origem da biomassa e às relações de trabalho que sustentam a produção carvoeira pode ajudar decisivamente a reversão de dinâmicas sociais que têm, na Amazônia Oriental brasileira, contribuído para reforçar a lógica produtiva vinculada à exploração predatória dos recursos naturais, 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 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.

Considerações finais

A incapacidade histórica de exercer controle público sobre os efeitos deletérios da produção carvoeira no Brasil somada às tendências de a indústria siderúrgica substituir o carvão vegetal utilizado na produção do ferro-gusa por novas fontes energéticas indicam a necessidade de se pensar alternativas à utilização do carvão vegetal para processamento siderúrgico da hematita de Carajás. Em princípio tais alternativas poderiam envolver tanto rotas tecnológicas vinculadas a processos siderúrgicos que recorrem à energia elétrica para realizar a produção do ferro-gusa, quanto processos que requerem gás natural para a redução do minério de ferro e a produção de outro tipo de ferro primário denominado de ferro esponja, que pode ser utilizado, tal qual o ferro-gusa, nas etapas subseqüentes da produção siderúrgica.

Em relação ao processo industrial de redução da hematita em forno de arco-elétrico, ele demanda, para a produção de uma tonelada de ferro-gusa, 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 ferro primário 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). De tal modo que a utilização deste processo para a produção de ferro-gusa implicaria custos, só de insumos energéticos, na ordem de US\$ 96/t, o que seria incompatível com o preço de venda do ferro primário.

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, mas principalmente a existência de uma logística para a distribuição deste combustível. Entrementes, 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, em 2000 esta relação foi alterada para 0,83 (Brasil, 2001). Ou seja, houve uma significativa redução do custo do gás natural em relação ao preço do carvão vegetal. Ao que se soma o fato da

possibilidade concreta de gasodutos atingirem em médio prazo o Corredor da Estrada de Ferro Carajás. Tal realidade é um elemento que deve induzir tanto o desenvolvimento de estudos envolvendo a viabilidade da construção de logística de distribuição de gás natural para região quanto de 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.

Referências bibliográficas

- ABRACAVE. 1993. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Carvão Vegetal. 12p.
- ABRACAVE. 1995. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Florestas Renováveis. 18p.
- ABRACAVE. 1999. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Florestas Renováveis. 19p.
- ABRACAVE. 2000. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Florestas Renováveis. 19p.
- ABRACAVE. 2001. *Anuário Estatístico*. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Florestas Renováveis. 19p.
- ANDRADE, Maristela de Paula 1995. A produção de carvão vegetal e o plantio de eucalipto no leste maranhense. In: Andrade, M. P.; Carneiro, M. S.; Sousa Filho B.; Linhares L. F. R.; Martins C.C.; Santos, M.; Shiraishi Neto. *Carajás: destruição ou desenvolvimento?* Relatório de Pesquisa. São Luís, Comissão Pastoral da Terra, 15-66.
- BRASIL. 1982. Ministério da Indústria e Comércio. *Mapeamento e levantamento do potencial das ocorrências de babaçuais; Estados de Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás*. Brasília
- BRASIL. 1989. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. Programa Grande Carajás. Secretaria Executiva. *Plano-diretor do Corredor da Estrada de Ferro Carajás*. Brasília, NATRON. 536p.
- BRASIL. 1995. 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
- BRASIL. 2001. Ministério de Minas e Energia. *Balanco Energético Nacional 2001*. Brasília. 146 p.

- CEMIG. 1988. Companhia Energética de Minas Gerais. *Uso de energia na indústria de ferro-gusa não integrada em Minas Gerais*. Belo Horizonte. 270p.
- CVRD. 2000. *Implantação de Usina Siderúrgica de produtos longos na área de influência da estrada de ferro Carajás*. Belém, (mimeo) 54p.
- FEARNSIDE, Philip M. 1989. Manejo florestal na Amazônia: necessidade de novos critérios na avaliação de opções de desenvolvimento. *Pará Desenvolvimento*, Belém: IDESP, n.25, p. 49-59, jan./dez.
- IBAMA. [s.d.] Acompanhamento e avaliação das atividades desenvolvidas pelas siderúrgicas do Maranhão. São Luís, 9 p. (Relatório Técnico da Superintendência Estadual do Maranhão)
- INSTITUTO PRÓ-NATURA. 2000. *Seqüestro de Carbono em Babaçuais e uso de carvão sustentável na produção de ferro-gusa*. São Luís. (mimeo) 17p
- MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: CETEC, *Uso da madeira para fins energéticos*. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1980, (Série Publicações Técnicas).
- MONTEIRO, M. A. 1998. *Siderurgia e Carvoejamento na Amazônia. Drenagem energético-material e pauperização regional*. Belém: NAEA/UFPA. 251p.
- MONTEIRO, M. A. 2000. *Mineração e metalurgia na Amazônia*. Contribuição à crítica da ecologia política à valorização de recursos minerais da região. Belém: NAEA/UFPA. 2000. 524fl. (Tese de Doutorado).
- MONTEIRO, M.A. 2002. Problemas e perspectivas da verticalização da produção da hematita na Amazônia oriental brasileira: o caso da produção de ferro-gusa. In: Klein, E. L, Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T. (Org.) *Contribuições à Geologia da Amazônia*, Vol 3. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Norte (SBG - NO),. p. 23-32.
- SUDAM/PNUD. 1997. *Complexos Mínero-Metálicos na Amazônia Legal*. Belém. 234 p.
- SUDAM/PNUD. 1999. *Complexos Mínero-Metálicos na Amazônia Oriental: perspectivas e proposições de política de desenvolvimento regional*. Relatório Final. Belém. 193 p.
- ZERVAS T, McMullan T. J, Williams B. C. 1996. Gas-based direct reduction processes for iron and steel production. *International Journal of Energy Research*, V 20, n 2: 157-185.