

# Siderurgia a Carvão Vegetal: Passado Presente e Futuro

Daniel Camara Barcellos

Engenheiro Florestal, M.S., Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, <camara@uai.com.br>.

Laércio Couto

Presidente da Rede Nacional de Biomassa para Energia – RENABIO, <presidência@renabio.com.br>.

## 1 Introdução

Antes de descrever os processos em voga, são necessários alguns esclarecimentos metalúrgicos e de nomenclatura. Os minérios de ferro são normalmente óxidos, e para obtenção de ferro metálico o oxigênio deve ser removido, em geral combinando-se com o carbono. Como o ferro puro tem ponto de fusão acima de 1.500 °C, a redução do óxido, ou seja, a remoção do oxigênio, resulta em ferro metálico sólido, quando realizado abaixo daquela temperatura. Se as condições químicas no interior do forno forem tais que o ferro seja enriquecido em carbono, ocorre um abaixamento do ponto de fusão e pode-se obter ferro líquido a 1.200 °C, chamado no passado de ferro coado e hoje, de gusa ou ferro fundido. Com esse material só se pode fundir peças, porque ele não suporta forjamento. Já o ferro com baixo teor de carbono é dútil, sendo conhecido anteriormente como ferro trabalhado, ferro maleável, hoje, genericamente, como aço. Até o século XIX, era chamado de aço o ferro com médio teor de carbono, passível de endurecimento por têmpera (LADGRAF et al., 2004).

O primeiro processamento de redução dos óxidos de ferro aconteceu por acaso: as pedras utilizadas para contornar as fogueiras mudavam de propriedade à medida que eram aquecidas. Na realidade, acontecia o seguinte: minério de ferro ( $Fe_2O_3$ ) + C (da madeira + calor (da queima da madeira com ar)) = redução dos óxidos de ferro e produção de ferro metálico. O ferro assim obtido tinha baixo teor de carbono, que não se incorporava, em função da baixa temperatura de processamento. O primeiro metal produzido foi, portanto, o aço (ferro com até 2% de carbono), e não o ferro-gusa (ferro com carbono em torno de 4%) (MATARELLI et al., 2001).

A maior parte do carvão vegetal produzido no mercado nacional é diretamente utilizada na produção siderúrgica, daí a necessidade de compreensão das tendências desse segmento para dimensionar o mercado de carvão vegetal. Ademais, vale ressaltar que a utilização do carvão mineral tem sido uma alternativa energética para as siderúrgicas, além da própria alternativa de co-geração de energia que vem sendo praticada por algumas unidades fabris, tanto nesse segmento quanto em outros. Esse fato não significa uma importância menor dos derivados da madeira como fonte energética para as empresas que os utilizam como insumo, mas deve-se atentar para a possibilidade de substituição do carvão vegetal por outras fontes de energia em situações em que a variação de preços compensar essa alternativa (SOARES et al., 2004).

Vale lembrar ainda que, além dessas alternativas energéticas e seus efeitos limitantes sobre o uso do carvão vegetal, verifica-se nos últimos anos uma preocupação maior com a questão ambiental, o que tem levado as entidades governamentais, em menor escala, e, principalmente, as não-governamentais a incentivarem formas de regulamentação do uso da biomassa. Por consequência, as ações ambientalistas vêm significando a possibilidade de fiscalização mais rigorosa no uso das florestas, especialmente no que tange ao controle sobre a devastação da mata nativa decorrente da busca pela madeira para comercialização, tanto sob sua forma *in natura* quanto processada. Portanto, a derrubada de florestas nativas para fins energéticos é uma atividade que desde 1992 não é mais permitida, restando apenas a produção do carvão vegetal a partir do manejo florestal decorrente da atividade da silvicultura (SOARES et al., 2004).

Ressalta-se que o carvão vegetal é o principal insumo na produção do ferro-gusa. Do ponto de vista financeiro, a participação desse insumo pode alcançar entre 50,0 e 60,0% dos custos totais de produção do ferro-gusa. Acima desse limite, sua produção torna-se economicamente inviável (SOARES et al., 2004).

Como observado, o mercado consumidor de carvão vegetal é basicamente formado pelas empresas produtoras de ferro-gusa e ferroliga. Essas empresas, por sua vez, são em número relativamente reduzido diante da grande dispersão e fragmentação dos produtores de carvão vegetal, caracterizando, desta forma, um mercado com tendências oligopsônicas (SOARES et al., 2004).

Se por um lado a produção de carvão vegetal encontra-se distribuída entre um grande número de pequenas carvoarias, como mencionado, ficando o preço dessa mercadoria determinado praticamente pelas variações da demanda, por outro, o ferro-gusa, cuja produção é relativamente concentrada, tem seu preço determinado pelo mercado internacional. O mesmo ocorre com o ferroliga. Assim, tanto as guseiras quanto as produtoras de ferroliga devem ajustar seus custos aos preços internacionais, em seus respectivos mercados, o que significa que indiretamente o preço do carvão vegetal varia de acordo com o movimento do mercado siderúrgico internacional (SOARES et al., 2004).

## **1.1 Evolução do processo siderúrgico no mundo**

Em Altena, na Alemanha, foram encontrados fornos de lupa para produção de aço datados de 100 a.C. Neles, a entrada de ar para queima do carvão vegetal acontecia naturalmente, pela ventaneira (Figura 1). Como as temperaturas atingidas eram baixas, obtinha-se uma massa metálica sólida (aço). A escória contida nessa massa era retirada através de batidas, e a conformação do aço se fazia por meio de marteladas (MATARELLI et al., 2001).

Na Inglaterra, em 800 d.C., surgiram os primeiros baixos-fornos, fornos circulares de 0,5 m de diâmetro a 1 m de altura, construídos em pedra e acionados por foles (manuais ou de pisoteio). Os procedimentos eram os mesmos do forno de lupa, o carregamento era manual e usava-se o carvão vegetal (MATARELLI et al., 2001).

Surgiram então, a partir do século XI, as forjas-catalãs, que dominaram a produção de ferro até o século XV. As forjas eramlareiras feitas de pedra, e usavam-se foles manuais e posteriormente trompas d'água. As temperaturas ainda eram baixas, de tal forma que o produto obtido era o aço (MATARELLI et al., 2001).

O nome "forja-catalã" é uma nomenclatura possivelmente imprópria, já que Eschwege (1812) supõe serem fornos de Galícia, enquanto a forja-catalã é um equipamento mais desenvolvido, de mais de 2 m de altura e normalmente caracterizado pela injeção de ar por meio de trompa d'água. Aproximadamente 15 kg de metal reduzido ao estado sólido, entremeado ainda de escória, eram retirados do forno e forjados prolongadamente em martelo, para remoção da escória; daí o nome "forja" para o processo como um todo (LADGRAF et al., 2004)

No norte da Europa, os séculos XVI e XVII assistem a grandes alterações técnicas e econômicas na metalurgia. O aumento da altura do forno e da relação carvão/minério dá origem ao alto-forno e à possibilidade de se obter ferro fundido, material que virá revolucionar a indústria de canhões da época, ao substituir os canhões de bronze, a um custo menor. O alto-forno atendia quase que exclusivamente à indústria bélica no período, e sua exigência técnica de operação contínua transformou a dimensão dos empreendimentos (LADGRAF et al., 2004).

Em 1340, na Alemanha, surgiu o precursor do alto-forno, o *stuckofen*. Ele tinha de 3 a 4,8 m, já possuía um formato similar ao do alto-forno e era usado para produzir ferro-gusa (MATARELLI et al. 2001).

O primeiro alto-forno capaz de produzir somente ferro-gusa líquido foi o *flussofen*, usado no Vale do Rio Reno, região hoje ocupada pela França, Bélgica e Alemanha, ainda nos anos de 1300. Para obter um material semelhante ao aço, o ferro-gusa era refundido em um forno de refino (*finery oven*), numa atmosfera bastante oxidante para queimar o carbono (MATARELLI et al., 2001)

Apesar das transformações, a pequena produção artesanal continua tendo grande importância econômica nesse período, pois o alto custo da descarburização do gusa mantinha as antigas forjas competitivas na produção de ferro maleável e aço, utilizado para artigos de consumo mais amplo que canhões e similares.

A siderurgia norte-européia do século XVIII, particularmente a inglesa, sofre duas grandes limitações: o crescimento do consumo de ferro e aço utilizava quantidades absurdas de carvão vegetal, a ponto de devastar quase todas as florestas do país; por outro lado, a tecnologia de refino do gusa continuava sendo um gargalo produtivo, já que os fornos não atingiam a temperatura necessária e o consumo de combustível era considerável. A solução do primeiro problema poderia vir do uso de carvão mineral, mas seu teor de enxofre o inviabilizou por produzir gusa e ferro frágeis. Durante os séculos XVII e XVIII, foram patenteados métodos de utilização de carvão mineral, mas somente com a introdução de coqueificação, que eliminava os voláteis e grande parte do enxofre, foi que Abraham Darby, em 1735, teve êxito completo, operando um alto-forno exclusivamente com coque. O desenvolvimento dessa técnica transformou a Inglaterra, no final do século, em grande exportadora de ferro e aço (LADGRAF et al., 2004).

A segunda solução surgiu com Henry Cort, em 1784, com o desenvolvimento de um forno revérbero em que o aquecimento não se dá por chama direta, e sim por reverberação na abóbada do forno. O casamento dessas duas invenções, com a expansão da Revolução Industrial, modificou totalmente a metalurgia e o mundo: o uso de máquinas a vapor para injeção de ar no alto-forno, laminas e tornos mecânicos e o aumento de produção transformaram o ferro e o aço nos mais importantes materiais de construção. Em 1779, construiu-se a primeira ponte de ferro, em Coalbrookdale, Inglaterra; em 1787, o primeiro barco de chapas de ferro e muitas outras inovações (LADGRAF et al., 2004).

## 2 Siderurgia no Brasil

### 2.1 Passado

Para poder entender a siderurgia brasileira, é necessário conhecer a história da produção do aço no País. Considerando esse fato, remontaremos aos tempos da colônia portuguesa, algumas décadas depois do Descobrimento do Brasil.

A atividade metalúrgica no início da colonização era exercida pelos artífices ferreiros, caldeireiros, funileiros e latoeiros, sempre presentes nos grupos de portugueses que desembarcavam nas recém-fundadas capitanias. Em sociedade embrionária e rural, não nos surpreende a

inexistência de corporações de ofícios organizados como em suas contemporâneas européias. Por um lado, o artífice rapidamente ampliava suas atividades, tornando-se fazendeiro, pregador de índios ou comerciante, por outro, as normas de aprendizado eram abandonadas, especialmente a proibição de acesso de índios e escravos ao ofício (LADGRAF et al., 2004).

A matéria-prima sempre foi importada e rara. Assim, os engenhos de açúcar tinham na madeira seu principal material de construção, e os metais só entravam nas operações absolutamente imprescindíveis, como na fabricação de tachos de cobre para o cozimento do melaço, machados, enxadas e foices de ferro (LADGRAF et al., 2004).

É curioso que a metalurgia extrativa no País tenha sido inaugurada em São Paulo. Seu início coincide com a união das Coroas portuguesa e espanhola entre 1580 e 1640, e a principal preocupação colonial espanhola sempre foi a obtenção de metais preciosos (LADGRAF, 2004).

No Brasil, a indústria do ferro teve início em 1587, em São Paulo, com o industrial Afonso Sardinha, que utilizava forjas-catalãs para a produção de aço. Várias dessas forjas foram instaladas em São Paulo e Minas Gerais no fim do século XVI e durante todo o século XVII. Entre 1700 e 1756, nas missões jesuítas no Rio Grande do Sul, as forjas-catalãs também foram usadas para fabricar cravos, ferraduras e utensílios (MATARELLI et al., 2001).

A preocupação do governo português com a escassez de ferro no Brasil deu origem ao segundo grupo de empreendimentos, as duas mais ambiciosas aventuras siderúrgicas do período: a Real Fábrica de Ferro do São João do Ipanema, iniciada em 1810, próximo a Sorocaba, e a Real Fábrica de Ferro de Morro do Pilar, em 1812, em Minas Gerais. Ambas pretenderam produzir grandes quantidades de ferro fundido, ferro maleável e aço para o mercado nacional e para exportação, porém consumiram grandes somas públicas e nenhuma chegou a operar lucrativamente (LADGRAF et al., 2004).

O primeiro ferro-gusa líquido só foi produzido no Brasil em 1813, em Morro do Pilar, São Paulo, utilizando um alto-forno. Em 1812, foi construída em Congonhas do Campo, Minas Gerais, a “Fábrica de Ferro”, que utilizava um baixo-forno sueco para produção de gusa líquido. Seis anos mais tarde, o engenheiro francês Jean Antoine Félix Dissandes de Monlevade montou um baixo-forno em Caeté, e 1825 instalou uma forja-catalã na fábrica de ferro no município de São Miguel de Piracicaba, hoje conhecido como João Monlevade (MATARELLI et al., 2001).

Surgiu então a metalurgia de transformação, que naturalmente acompanhou o desenvolvimento de outras indústrias e tendeu a se localizar em centros urbanos. Alguns desses empreendimentos podem ser assim enumerados (LADGRAF et al., 2004):

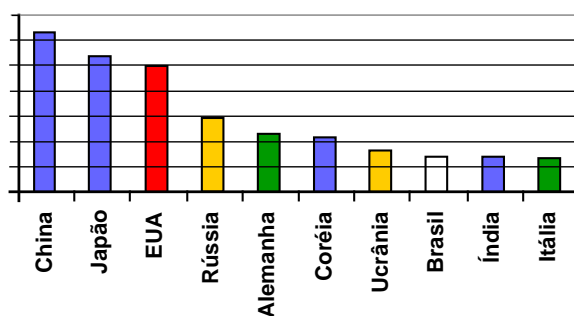
- 1815: fundição no Rio de Janeiro, de Theodoro de Macedo Freire.
- 1814-1817: fábrica de espingardas no Porto Militar de São Paulo, sob a direção de Daniel Muller.
- 1817: fundição de Cabrito, na Bahia.
- 1828: fundição no Recife, de Harrington e Stan.
- 1828: fundição de sinos do Rio de Janeiro, de Miguel Couto dos Santos.
- 1830: fundição do Arsenal de Marinha, no Rio de Janeiro.
- 1845: fundição de peças para a fábrica de tecidos "Todos os Santos", em Valença-BA.
- 1845: fábrica de instrumentos cirúrgicos, no Rio de Janeiro, de Daville.
- 1848: fundição em Santo Amaro-BA, de Thomas Russel.
- 1850: fábrica de implementos agrícolas em São Paulo, de G. Embliged.

Em 1884, foi erguido o primeiro alto-forno de Minas Gerais, em função da construção da Usina Esperança em Itabirito. A primeira usina siderúrgica integrada da América do Sul foi a Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, inaugurada em Sabará-MG. Em 1937, a Belgo-Mineira inaugurou a segunda usina no Brasil – a maior usina integrada a carvão vegetal do mundo, introduzindo uma visão pioneira na América do Sul, que foi o reflorestamento à base de eucaliptos para suprir a demanda de carvão vegetal nos altos-fornos. O coque só passou a ser usado no Brasil em 1941, com a implantação da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) em Volta Redonda-RJ (MATARELLI et al., 2004).

Em 1957, com a implantação da indústria automobilística no País, o setor de gusa experimentou significativa ascensão, fabricando grandes quantidades de metal fundido para atender à produção de motores e de outros componentes fundidos para veículos. O crescimento foi rápido e desordenado, de modo que entre 1960 e 1966 o preço do ferro caiu e muitos fornos foram desativados. A partir de 1970 muitos minifornos a carvão vegetal foram construídos em Minas Gerais, em função do *boom* mundial da siderurgia. Com a crise mundial de energia a partir de 1973, o carvão vegetal ganhou nova dimensão como agente redutor de fonte renovável e as exportações do ferro-gusa se tornaram crescentes. De 1989 a 1992, o Brasil viveu uma crise recessiva e a produção e as vendas de ferro-gusa caíram a uma taxa média de 10% ao ano, mas as vendas internas voltaram a se estabilizar de 1997 a 2000, e as exportações cresceram (MATARELLI et al., 2001).

## 2.2 Presente

Antes de analisar o contexto siderúrgico brasileiro mais detalhadamente, é preciso posicionar o Brasil em relação ao mundo.



Fonte: IISI (2004).

Figura 1 – Maiores países produtores de aço bruto no mundo – 2000 (em milhões de toneladas).

A expansão nas vendas internas foi maior que o próprio aumento na produção de aço bruto, que atingiu 10,7 milhões de toneladas até abril de 2004, com alta de 6% no período. As projeções para os 12 meses do ano indicaram a produção de 32,4 milhões de toneladas de aço, com aumento de apenas de 4% sobre o ano anterior (2003), dada a atual situação de plena ocupação de capacidade de produção do setor, afirmou o presidente do Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS), José Armando de Figueiredo Campos (GAZETA MERCANTIL, 2004).

Nesse contexto, nota-se que Brasil não se enquadra entre os maiores produtores e exportadores de aço do mundo, o que é explicado pelo baixo consumo *per capita* de aço bruto; enquanto a Coreia do Sul, o Japão, a Itália e a Alemanha apresentam consumo de 868, 685, 506 e 465 kg de aço por habitante, o Brasil encontra-se em décimo lugar, com apenas 99 kg de aço (IISI; IBS, 1998, citado pela IISI, 2004). Portanto, observa-se que o Brasil apresenta grande potencial para alargar o consumo *per capita* de aço, acompanhado pela expansão do setor siderúrgico (PRADO, 2004).

O Brasil é o maior produtor de aço da América Latina, detendo 50% da produção, em segundo lugar vem a Argentina, com apenas 8% (PRADO, 2004).

Apesar de o Brasil não estar entre os cinco maiores produtores mundiais de aço, apresenta uma das maiores reservas mundiais de minério de ferro. Cabe mencionar que o Japão, paradoxalmente, não apresenta nenhuma reserva de minérios de ferro, porém detém um dos maiores índices de produtividade e eficiência do processo siderúrgico mundial (PRADO, 2004).

As principais siderúrgicas em nível mundial é a *Posco* na Coreia do Sul e a *Nippon Steel* no Japão, com produção de 25,6 e 25,1 milhões de toneladas por ano, respectivamente. Na América Latina, o maior complexo siderúrgico é a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), com produção anual de 5 milhões de toneladas de aço bruto (PRADO, 2004).

No mercado interno, as vendas de aço até abril de 2004 cresceram em todos os segmentos siderúrgicos (planos, longos e semi-acabados), alavancadas pelas demandas dos setores automobilístico, de autopeças (estimulados pelas exportações), bens de capital para os setores naval e ferroviário e, mais recentemente, pela construção civil. Encomendas do setor elétrico, postergadas do ano passado, também ajudaram a elevar a demanda de aço nos primeiros quatro meses daquele ano (GAZETA MERCANTIL, 2004).

Enquanto isso, os volumes exportados de aço mostraram ligeira queda, de 1,4% entre janeiro/abril último, situando-se em 3,88 milhões de toneladas. Mas as receitas com exportações, de US\$ 1,3 bilhão, cresceram 18,7% no período, devido à alta de preços internacionais. O bom desempenho no setor externo levou o IBS a rever para cima suas estimativas de receitas com exportações em 2004, que passaram para US\$ 4,2 bilhões, acima dos US\$ 3,5 bilhões projetados anteriormente, e com alta de 7,7%, em comparação com os US\$ 3,9 bilhões obtidos em 2003. Esse fato mostra que o setor não trabalha com a perspectiva de recuo nos preços internacionais do produto. Ao contrário, “os volumes a serem exportados neste ano se mantêm em 12,3 milhões de toneladas de aço, o que, se confirmado, representará uma queda de 5,7% em relação ao total embarcado em 2003” (GAZETA MERCANTIL, 2004).

Os investimentos realizados no parque siderúrgico brasileiro após a rodada de privatizações das empresas públicas, na primeira metade da década de 1990, alcançaram US\$ 10,2 bilhões (período 1994-2000). Estas inversões concentraram-se na elevação dos padrões ambientais e de competitividade do aço nacional, bem como na melhora do mix de artigos siderúrgicos produzidos no País. Desta forma, enquanto a produtividade no setor aumentou significativamente – de 188 t h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 1991 para 470 t h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 2000, segundo dados do BNDES –, a produção anual de aço apresentou um modesto crescimento de 1,4% entre 1993 e 2000. O resultado desse vigoroso esforço de modernização foi a reversão de um quadro de quase sucateamento do parque siderúrgico nacional, pré-privatização, para um cenário de elevada competitividade. Dados da *World Steel Dynamics*, de 2000, mostram que, naquele ano, o custo de produção de laminados a frio no Brasil era de US\$ 389 t<sup>-1</sup>, inferior ao custo de produção do Canadá (US\$ 431 t<sup>-1</sup>) e dos Estados Unidos (US\$ 481 t<sup>-1</sup>) (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

O Brasil foi um dos poucos países do mundo a manter uma siderurgia com base no carvão vegetal como redutor. Essa indústria produz ferro-gusa e aço de alta qualidade, dado o baixo nível de impurezas do combustível. Cerca de 42% do gusa produzido no Brasil tem esta origem (FERREIRA, 2000a).

Hoje o setor siderúrgico está dividido, como mostra o Quadro 1.

Os setores siderúrgico e de mineração brasileiros passam por mudanças profundas. Depois de privatizados, entram na era da fusão com importantes grupos estrangeiros. Primeiro foi a Companhia Siderúrgica Nacional, que, ao se juntar à empresa anglo-holandesa *Corus*, passou a deter apenas 37,6% do capital do novo grupo, ficando o restante, 62,4%, nas mãos dos acionistas externos. Os números, de acordo com a matemática do presidente do Conselho de Administração da CSN, não significam perda de controle, que continuará brasileiro a partir da criação de uma *holding*, a HoldCo (ASSIS, 2002).

### **2.3 Futuro**

Afortunado por possuir matéria-prima abundante, mão-de-obra barata e excelência tecnológica, o Brasil cogita a possibilidade de se transformar em protagonista da indústria global do aço, com a ajuda de alguns amigos estrangeiros ricos (BENSON, 2004).

A indústria siderúrgica brasileira está se mobilizando para acompanhar a demanda da China, e vai investir bilhões de dólares para aumentar a sua capacidade produtiva em mais de 30% nos próximos quatro anos. Embora se espere que a maior parte dos financiamentos venha das

próprias indústrias siderúrgica e dos bancos brasileiros, companhias siderúrgicas internacionais também estão se movimentando para garantir um fluxo contínuo de recursos para os seus países de origem (BENSON, 2004).

Quadro 1 - Localização dos produtores de ferro-gusa por Estado e capacidade nominal (MATARELLI, 2001)

Localização	Empresas	Alto-Fornos	Capacidade Nominal (t por mês)
Minas Gerais	44	82	449.900
Região Oeste	18	31	151.500
Divinópolis	6	12	54.300
Itaúna	1	3	15.000
Outros municípios	11	16	82.200
Região Noroeste	21	38	232.600
Sete Lagoas	17	32	197.600
Outros municípios	4	6	26.000
Região Metalúrgica	5	13	65.800
Betim/Contagem	2	9	44.300
Outros Municípios	3	4	21.500
Carajás	9	20	180.500
Maranhão	7	15	137.000
Pará	2	5	43.500
Espírito Santo	4	8	63.500
Mato Grosso do Sul	1	1	8.000
<b>Total Geral</b>	<b>54</b>	<b>111</b>	<b>701.900</b>

O setor siderúrgico brasileiro está se preparando para iniciar uma nova rodada de investimentos em expansão de capacidade produtiva, a ser implementada entre 2005 e 2008 (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

O presidente do IBS afirmou ainda que o setor siderúrgico está cumprindo programa de investimentos de US\$ 7,4 bilhões até 2008, capaz de elevar a capacidade instalada de produção de aço em 10 milhões de toneladas ao final do período. Aí estão relacionados apenas projetos siderúrgicos já em carteira, ou seja, os de expansão da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), da Gerdau e da Açominas (GAZETA MERCANTIL, 2004).

Esse será o primeiro ciclo de expansão desde o final da década de 1980, uma vez que os investimentos realizados desde então se concentraram em otimização de processos, elevação do valor agregado dos produtos finais e modernização das plantas. Os investimentos programados incluem expansões de siderúrgicas já instaladas no País – como a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), Açominas (Grupo Gerdau), Cia. Siderúrgica Nacional (CSN), entre outras – e a construção de projetos *green field* (construção de fábricas inteiramente novas) – como as siderúrgicas a serem instaladas nos Estados do Maranhão e do Ceará, atualmente em processo de estudo de viabilidade econômica. Os investimentos projetados para o período são da ordem de US\$ 10,4 bilhões e deverão aumentar a produção total de aço bruto do Brasil de 34 milhões de toneladas para um montante entre 44 e 50 milhões de toneladas até 2008 (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

A Usina Siderúrgica do Ceará e a Usina Siderúrgica do Maranhão, juntas, elevarão a produção brasileira de placas de aço em 28% em relação ao total registrado em 2003 (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

Liderando esse processo estão pesos pesados globais do setor, como o grupo *Baosteel Shanghai*, da China, e o *Arcelor*, de Luxemburgo. Ambos planejam construir altos-fornos para fabricar aço no Brasil. A *Dongkuk Steel Mill Corporation*, da Coreia do Sul, e o grupo *Danieli*, da Itália, também estão ajudando a financiar a construção de uma usina de produção de lingotes de aço no Estado do Ceará, no valor de US\$ 700 milhões (BENSON, 2004).

A Usina Siderúrgica do Ceará será um empreendimento que terá como sócios a italiana *Danieli Steel*, a sul-coreana *Dongkuk Steel*, a Cia. Vale do Rio Doce (CVDR) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O controle da nova siderúrgica deverá ser estrangeiro, mas os percentuais de participação de cada sócio ainda serão definidos. A tecnologia utilizada nesse projeto será fornecida pela *Danieli* e garantirá elevada competitividade ao aço produzido no Ceará – dada não apenas pela opção tecnológica pela aciaria elétrica com redução direta, mas também pela logística privilegiada e pela proximidade das fontes de minério de ferro (fornecido pela sócia minoritária CVRD) (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

Além disso, o banco assinou recentemente uma carta de intenções para oferecer US\$ 110 milhões em financiamentos à usina siderúrgica do Ceará, para onde o governo do Estado procura atrair investidores estrangeiros, garantindo as reservas de gás natural para abastecer o projeto (BENSON, 2004).

A *Dongkuk Steel* e a *Danieli* já assinaram um contrato para construção da usina, assim como a CVRD, a maior produtora e exportadora de minério de ferro. A siderúrgica deverá produzir 1,5 milhão de toneladas de aço para exportação em meados de 2006, gerando uma renda anual de US\$ 600 milhões (BENSON, 2004).

A Usina Siderúrgica do Maranhão, por sua vez, será concebida através de uma associação entre a gigante europeia *Arcelor*, a siderúrgica chinesa *Baosteel Shanghai* e a CVRD. O BNDES deverá financiar esse projeto e poderá, eventualmente, participar como sócio nesse empreendimento, que deverá entrar em operação a partir de 2007 (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

Em vez de enviar minério de ferro para a China, a *Baosteel* espera reduzir os custos, mandando, a partir de São Luís, que fica a apenas alguns dias de navio do Canal do Panamá, lingotes de aço mais leves e prontos para serem utilizados. A usina deverá produzir cerca de 3,5 milhões de toneladas métricas de aço por ano, a partir de 2007, e, no futuro, aumentar sua produção para 7,5 milhões de toneladas métricas anuais. O *Arcelor*, que é o maior produtor de aço do mundo, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, uma empresa estatal, estão estudando a possibilidade de investir no projeto (BENSON, 2004).

A perspectiva de uma demanda estável por parte da China estimulou os produtores de aço a fazerem tudo o que fosse possível para aumentar a produção, gerando preocupações quanto a um possível excesso de oferta do produto, o que poderia fazer com que os preços despencassem. Mesmo assim, um produtor que se caracteriza por baixos custos, como o Brasil, parece estar mais bem posicionado do que a maioria dos países para enfrentar um eventual problema dessa ordem (BENSON, 2004).

“Se algum país for capaz de continuar aumentando a capacidade de produção, esse país é o Brasil”, garante Luciana Machado, analista do setor siderúrgico da Fator Corretora, uma firma de corretagem financeira de São Paulo. “Para outros países, até mesmo os grandes consumidores de aço, não é possível continuar a aumentar a produção, porque eles não contam com as condições que estão presentes no Brasil” (BENSON, 2004).

O novo ciclo de investimentos em capacidade produtiva, anunciado pelo Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) em abril, para o período 2005-2008, fará, se implementado, com que o Brasil se aproxime da Alemanha como o quinto maior produtor mundial de aço. Atualmente, o País ocupa a nona colocação entre os maiores produtores mundiais de aço bruto, produzindo cerca de 34 milhões de toneladas por ano. O Brasil não está recorrendo apenas a estrangeiros para financiar esse *boom* siderúrgico. O Instituto Brasileiro do Aço, uma associação comercial, anunciou que a

indústria planeja investir US\$ 7,4 bilhões até o final de 2008, para aumentar a produção em 10 milhões de toneladas ao ano, atingindo o patamar de 44 milhões de toneladas (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004; BENSON, 2004).

Entre os principais investimentos planejados em expansão – que deverão alcançar US\$ 7,4 bilhões no período – destacam-se os da CST, na qual serão aplicados US\$ 900 milhões na construção de uma nova aciaria e do alto-forno número 3; da CSN, com a construção do quarto alto-forno em Volta Redonda; e da Açominas, que deverá ter sua capacidade de fabricação de aço bruto ampliada em 2,5 milhões de toneladas, com investimentos de US\$ 1,2 bilhão nos próximos três anos (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

“O que estamos presenciando atualmente é uma enorme janela de oportunidade para o crescimento da indústria siderúrgica brasileira, e de forma grandiosa”, explica Gabriel Stoliar, diretor-executivo de planejamento estratégico da CVRD, que teve um lucro recorde de US\$ 1,55 bilhão no ano passado. “Mas não podemos perder tempo. O momento para investir é agora, de forma que possamos garantir o nosso lugar no mundo” (BENSON, 2004).

Embora uma certa capacidade extra deva ser consumida domesticamente, a maior parte do aço deverá ser exportada para economias estrangeiras que crescem rapidamente, especialmente a da China. Os chineses consumiram 2,4 milhões de toneladas de aço brasileiro em 2003, no valor de US\$ 730 milhões, fazendo daquele país o maior mercado para as exportações brasileiras, à frente dos Estados Unidos. “A China deverá importar ainda mais do Brasil neste ano” (BENSON, 2004).

O novo ciclo de investimentos na siderurgia caracteriza-se por uma confluência de condições favoráveis ao setor, há muito não verificadas: 1) condições financeiras propícias para que as usinas brasileiras realizem parte dos investimentos com capital próprio e 2) o renovado interesse das grandes siderúrgicas internacionais de aplicar recursos em projetos no Brasil (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

O setor siderúrgico nacional conseguiu reduzir seu nível de endividamento nos últimos 12 meses, em função: 1) da recuperação das cotações internacionais dos produtos siderúrgicos e 2) da maior geração de caixa resultante dessa recuperação e dos investimentos realizados em otimização de processos durante a década passada (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

Desse modo, apesar do relativamente elevado endividamento que caracteriza o setor, as empresas nacionais encontram-se atualmente em uma condição favorável para realizar novas inversões na expansão de seu parque produtivo. Segundo dados do IBS, 50% dos investimentos programados para o período 2005-2008 serão realizados com capital próprio das usinas (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

Paralelamente, a elevação da rentabilidade das operações brasileiras de grandes *players* mundiais do setor – como a siderúrgica européia *Arcelor*, que possui participações no Brasil na Cia. Belgo-Mineira, CST e na Acesita –, renovou o interesse pela realização de novos investimentos em expansão da capacidade instalada de produção de aço no País (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

A participação acionária da CVRD nas usinas a serem construídas no Nordeste marca o retorno da empresa no ramo siderúrgico, após um intervalo relativamente curto. Apesar de essa verticalização justificar-se plenamente do ponto de vista da companhia – em virtude da obtenção de uma garantia maior de demanda no longo prazo pelo minério de ferro que produz –, esse movimento levanta importantes questões que podem ganhar maior relevância a longo prazo, tanto relativas a preocupações sobre as condições de concorrência vigentes no mercado de placas de aço (dado que a CVRD entra neste segmento com uma participação inicial de 22% e atualmente é monopolista no mercado *upstream* de fornecimento de minério de ferro), quanto à ocorrência de conflitos de interesses decorrentes do fato de a CVRD ser fornecedora da principal matéria-prima utilizada pela indústria e possuir participações em diferentes empresas do setor. A experiência passada da CVRD na siderurgia mostra que inúmeros problemas societários podem advir desse

tipo de combinação, com conseqüências sobre a gestão eficiente das empresas, as quais podem culminar, a longo prazo, com a postergação dos investimentos planejados (AGÊNCIA ESTADO SETORIAL, 2004).

### **2.3.1 O Futuro da siderurgia nacional e a sua relação como Protocolo de Quioto**

As siderúrgicas nacionais que fazem uso de carvão vegetal e que podem abandonar o coque e migrar para o carvão vegetal contam com uma grande vantagem.

Criar dificuldades para vender facilidades é um axioma que pode ganhar novo sentido com a implementação do Protocolo de Quioto. Afinal, para conter o desastre climático e salvar o Planeta, os países e as empresas que mais emitem gás carbônico se verão na contingência de pagar para que outros cuidem da preservação ambiental de forma a anular o dano causado pela poluição (CHAER, 2004).

Pelo mecanismo, o país com áreas para reflorestamento, por exemplo, se credencia para receber créditos (Certificados de Emissão Reduzida - CER), enquanto a empresa ou país que precisar emitir gases tem de comprar créditos na mesma medida que polui (CHAER, 2004).

Com o território que tem, o Brasil pode ser um dos grandes beneficiados. Estima-se que a capacidade nacional de neutralização de gás carbônico seja de 80 milhões de toneladas de gases. Considerando que o valor de créditos para quem reflorestar seja de até US\$ 40 por certificado (equivalente, cada um, a 1 tonelada de gases), o potencial de captação do Brasil chega a US\$ 3,2 bilhões (CHAER, 2004).

À primeira vista, o sistema parece complexo. Simples não é. Mas o princípio é cartesiano. Busca-se compensar o efeito maligno do aquecimento global com o papel benigno do reflorestamento e outras investidas para fazer cessar a deterioração climática do Planeta. Não é muito diferente, por exemplo, da doação de sangue em nome de um amigo. A ressalva é que, para atrair interessados, no caso ambiental, quem reduzir a poluição ou aceitar o papel de "seqüestrador" de carbono será remunerado. O "seqüestro" se dá pelo processo de fotossíntese, em que as plantas se alimentam de gás carbônico da atmosfera (CHAER, 2004).

Calcula-se que para reduzir a emissão de 1 tonelada de gases é preciso investir de US\$ 200 a US\$ 400. "O empresário pode reduzir sua cota, comprando créditos como se fosse uma ação - ou seja, eu compro a redução que alguém fez em meu lugar" - explica Plöger (CHAER, 2004).

Por enquanto, contudo, o Protocolo de Quioto não existe na prática. É preciso que países que representem mais de 55% da emissão de carbono na atmosfera - os relacionados no Anexo I do Protocolo - ratifiquem o acerto multilateral. Com a adesão em breve da Rússia, o mecanismo entra em vigor. Os Estados Unidos, signatários do Protocolo, ainda não ratificaram seus termos, mas vão terminar por fazê-lo.

A adesão de todos é inevitável", aposta Fernando Pinheiro, presidente do Comitê de Legislação da Amcham. A prova que o mercado é promissor, segundo ele, é que, mesmo antes de implementado, as empresas já estão comercializando os certificados.

Do ponto de vista da emissão de CO<sub>2</sub>, essa indústria tem um impacto importante, pois substitui o uso do coque como redutor, que tem uma emissão de 0,513 tC t<sup>-1</sup> de gusa.<sup>29</sup> Esse emprego do carvão vegetal evita assim uma emissão de mais de 3 milhões tC de CO<sub>2</sub>. Na verdade, o efeito é maior, pois a floresta plantada mantém, também, um estoque de carbono fixado na terra (FERREIRA, 2000a).

Entre os projetos elegíveis para o MDL estão a geração de energia renovável (eólica, solar e biomassa) ou de fontes com menor concentração de carbono (gás natural), a redução de metano em aterros sanitários, o reflorestamento e o aflorestamento (surgimento da floresta) (CHAER, 2004).

Apesar de o acordo não estar ratificado e de os MDLs ainda não poderem estar oficialmente registrados na ONU, o Banco Mundial já criou o Fundo Protótipo de carbono para comercializar os CER (CHAER, 2004).

O primeiro projeto no Brasil - que já ratificou o Protocolo de Quioto, é o Plantar, que visa a diminuição de gases do setor siderúrgico por meio da substituição de carvão mineral por vegetal. Segundo o *site* do Banco Mundial, ele reduzirá em cerca de 13 milhões de toneladas a emissão de gás carbônico e metano e poderá comercializar por volta de US\$ 30 milhões em certificados por esse serviço ambiental. O Fundo comprará créditos no valor de US\$ 5,3 milhões durante os primeiros sete anos. Ele estima que o mercado mundial poderá chegar a US\$ 10 bilhões por ano, um preço até baixo para o produto que se quer adquirir (CHAER, 2004).

### 3 Conclusão

Com base no que foi discutido neste trabalho, pode-se sintetizar tudo no Quadro 2

**Quadro 2 – Cronograma da siderurgia mundial e brasileira**

Ano	Local	Acontecimento
100 AC	Alemanha	Surgimento dos fornos de lupa para produção de aço
800	Inglaterra	Surgimento dos baixos-fornos
1100		Surgimento das forjas-catalãs
1340	Alemanha	Surgimento do forno stuckoffen – precursor do alto-forno
1300-1400	Vale do Reno (Alemanha/França/Bélgica)	Surgimento do forno flussofen – alto-forno
1587	Brasil – São Paulo	Início da produção de ferro no Brasil, usando forjas-catalãs, pelo industrial Afonso Sardinha Afonso
1708	Inglaterra	Primeiro ferro-gusa produzido a partir do carvão mineral (coque) – Inglaterra
1813	Brasil – Sorocaba – SP	Primeiro ferro-gusa líquido produzido em alto-forno no País, na fábrica de ferro de São João do Iapanema
1815-1850	Brasil	Surgimento da metalurgia de transformação
1884	Brasil – Itabirito – MG	Construção da Usina Esperança, com o Primeiro alto-forno do Estado de Minas Gerais
1925	Brasil – Sabará – MG	Surgimento da primeira usina siderúrgica integrada da América Latina – Cia Siderúrgica Belgo-Mineira
1937	Brasil	Surgimento da maior usina a carvão vegetal do mundo, a segunda usina da Cia Siderúrgica Belgo-Mineira. Início do reflorestamento à base de eucaliptos
1941	Brasil – Volta Redonda – RJ	Surgimento da CSN (Cia Siderúrgica Nacional), primeira usina integrada a coque
1957	Brasil	Implantação da indústria automobilística – ascensão do consumo de gusa
1960-1966	Brasil	Crise na siderurgia – crescimento excessivo e desordenado
1970	Mundo	Boom mundial da siderurgia. Intensificação da construção de mini-fornos em Minas Gerais
1973	Mundo	Crise do petróleo. Carvão vegetal é valorizado
1980	Brasil	Expansão da capacidade instalada
1989-1992	Brasil	Crise recessiva. Redução média de 10% ao ano na produção de gusa
1991-2000	Brasil	Período de privatizações – Produção aumentou de 188 t h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> para 470 t h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> . Saindo de uma condição de quase sucateamento para uma condição de alta competitividade
1994-2000	Brasil	Investimento no setor na ordem de US\$ 10,2 bilhões.
1997-2000	Brasil	Crescimento das exportações
2003	Mundo	China deixa de exportar carvão mineral para atender à demanda

Ano	Local	Acontecimento
		interna de crescimento. Preço do coque passa de US\$80,00 para US\$220,00, refletindo diretamente no preço do aço mundial
2003	Brasil	A china se torna o major consumidor de aço do País. O preço elevado do coque aumenta consideravelmente o preço do carvão vegetal e aumenta a pressão sobre florestas nativas
2004	Brasil	Produção de 32,4 milhões de toneladas de aço. Brasil é o nono produtor mundial de aço no mundo
2005-2008	Brasil	Investimentos da ordem de 10 bilhões de US\$. Surgimento de novas siderúrgicas no Ceará e Maranhão Ampliação da capacidade instalada da CST, CSN, Gerdau e Açominas. Aumento em 10-15 milhões de toneladas/anuais de aço. Aumento intensivo na quantidade de florestas plantadas para energia no País. Brasil sai da nona e vai para a sexta posição mundial de aço, muito próximo da quinta posição ocupada pela Alemanha.

## Referências

- AGÊNCIA ESTADO SETORIAL. Siderurgia se prepara para expansão. Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_jornal=6467&id\\_noticia=866&id\\_pag=929](http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_jornal=6467&id_noticia=866&id_pag=929)>. Acesso em: 30 jul. 2004.
- ASSIS, D. Vale e CSN: história de ferro e aço. CGM On Line: 04 de agosto de 2002. Economiap. A-18. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/cgm/clipping/diario/agosto2002/d05/vale.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2004.
- BENSON, T. Brasil quer se tornar gigante mundial na produção de aço. New York Times, 23/5/2004. Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_jornal=6467&id\\_noticia=796&id\\_pag=92](http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_jornal=6467&id_noticia=796&id_pag=92)>. Acesso em: 30 jul. 2004.
- CHAER, M. Protocolo de Quito quer converter carbono em dólares. Disponível em: <<http://www.romeroconsultores.com.br/artigo13.htm>>. Acesso em: 2 ago. 2004.
- FERREIRA, O. C. Emissões energéticas – atualidades e tendências. Revista Economia e Energia, n. 21, julho de 2000. Disponível em: <<http://www.ecen.com/eee21/emiscar2.htm>>. Disponível em: 1 ago. 2004.
- FERREIRA, O. C. Futuro do carvão vegetal na siderurgia. Revista Economia e Energia, n. 21. Julho de 2000. Disponível em: <<http://www.ecen.com/eee20/emiscar2.htm>>. Acesso em: 1 ago. 2004.
- GAZETA MERCANTIL. Demanda interna melhora o desempenho das siderúrgicas. 27/5/2004. Fonte: INFOMET. Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_jornal=6467&id\\_noticia=813&id\\_pag=92](http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_jornal=6467&id_noticia=813&id_pag=92)>. Acesso em: 1 ago. 2004.
- IISI. Disponível em: <[http://www.infomet.com.br/e\\_mundo.php](http://www.infomet.com.br/e_mundo.php)>. Acesso em: 4 ago. 2004.
- LADGRAF, F. J. G.; TSCHIPTSCHIN, A. P.; GOLDENSTEIN, H. Notas sobre a história da metalurgia no Brasil. Disponível em: <<http://www.pmt.usp.br/notas/notas.htm>>. Disponível em: 31 jul. 2004.
- MATARELLI, F. A.; LOPES, L. E. F.; CASTRO, L. F. A. Siderurgia a carvão vegetal. In: BIOMASSA: Energia nos Trópicos em Minas Gerais, 2001. 145-161 p.
- PRADO, R. M. Histórico do Setor Siderúrgico no Brasil. Disponível em: <<http://escoriadesiderurgia.vilabol.uol.com.br/historico.html>>. Acesso em: 1 ago. 2004.



## Rede Nacional de Biomassa para Energia

### Histórico

A RENABIO - Rede Nacional de Biomassa para Energia foi criada em 18 de novembro de 2002, por um grupo de professores, pesquisadores, engenheiros, advogados, administradores e outros profissionais liderados pelo professor Laércio Couto, coordenador do projeto de Biomassa da SIF/CEMIG/ANEEL, representante do Brasil no Task 30 da IEA Bioenergy e professor associado do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

A RENABIO é uma entidade civil sem fins lucrativos, que consiste de uma rede de entidades (órgãos governamentais, universidades, instituições de pesquisas e desenvolvimento tecnológico, empresas privadas e organizações não-governamentais) interessadas em pesquisa e desenvolvimento de programas na área de energia a partir de biomassa.

O objetivo principal da RENABIO é promover e gerenciar programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em energia a partir de biomassa, visando o aperfeiçoamento de processos industriais, a interatividade entre instituições governamentais e setor privado, a pesquisa e o ensino, melhorando a competitividade do setor energético e da indústria. Ela se propõe também a coordenar eventos, publicar trabalhos técnicos e manter uma revista científica de alto nível na área de Biomassa e Energia.

A Renabio pretende servir de elo de ligação entre a IEA Bioenergy e as entidades, empresas, universidades e órgãos brasileiros para promover o intercâmbio técnico científico na área de biomassa para energia, procurando sempre seguir as coordenadas do MME e do MCT e as políticas governamentais para o setor de energias renováveis e alternativas.

### *Background*

*RENABIO - National Network of Biomass for Energy - was founded on November 18, 2002 by Professor Laércio Couto, Coordinator of the SIF/CEMIG/ANEEL Biomass Program, Brazilian team leader of Task 30 - IEA Bioenergy and Associate Professor at the Department of Forestry of the Federal University of Viçosa.*

*RENABIO is a non-profit institution consisting of a national net of governmental organizations, universities, R&D institutions, private companies and NGOs interested in research and development programs in the area of Biomass for Energy.*

*The main objective of RENABIO is to promote and manage research and technological development programs in the area of biomass for energy, seeking the improvement of industrial processes, interaction between government and private institutions, research and teaching, and improving the competitiveness of the energy sector and industries in Brazil.*

*RENABIO also aims to coordinate events, publish technical bulletins and a high quality scientific journal dedicated to the area of Biomass and Energy .*

*RENABIO seeks to be a link between IEA Bioenergy and the Brazilian organizations, private companies, universities and institutions, to promote technical and scientific exchange in the area of Biomass for Energy, following MME - Ministry of Mines and Energy and MCT - Ministry of Science and Technology guidelines and governmental policies for the sector of renewable and alternative sources of energy.*



## Rede Nacional de Biomassa para Energia

### DIRETORIA

<b>Presidente:</b>	Laércio Couto
<b>Vice Presidente:</b>	Ronaldo Santos Sampaio
<b>Secretária Executiva:</b>	Tatiana de Almeida Crespo
<b>Diretor Técnico:</b>	Daniel Camara Barcellos
<b>Diretor Administrativo:</b>	Marcelo Dias Muller
<b>Diretor Financeiro:</b>	Leonardo Paiva Pereira

### REPRESENTANTES REGIONAIS/ESTADUAIS

#### NORTE

**Representante Regional:** Gonçalo Rendeiro  
*rendeiro@ufpa.br*  
**Acre:** Zenóbio Abel Gouvêa Perelli da Gama e Silva  
*zenobiosilva@hotmail.com*  
**Amapá:** Marcelo Ivan Pantoja Creão  
*marcelo\_creao@setec.ap.gov.br*  
**Amazonas:** Valmir Souza de Oliveira  
*voliveira@ufam.edu.br*  
**Pará:** Suelo Numazawa  
*numazawa@ufra.edu.br*  
**Rondônia:** Euro Tourinho Filho  
*euro@enter-net.com.br*  
**Roraima:** Marcelo Francia Arco-Verde  
*arcoverd@cpafrr.embrapa.br*  
**Tocantins:** Ruberval Barbosa Alencar  
*rubervalbarbosa@bol.com.br*

#### NORDESTE

**Representante Regional:** Carlos Roberto Lima  
*crlima16@hotmail.com*  
**Alagoas:** Paulo César Auto Casado  
*paulauto@bol.com.br*  
**Bahia:** Nello Cariola Pinhão Júnior  
*nellocariola@hotmail.com*  
**Ceará:** Evandro Wagner Ferreira Lopes  
*evandro\_69@bol.com.br*  
**Maranhão:** Hans Jensen Olof Krogh  
*hkrogh@suzano.com.br*  
**Piauí:** Carlos Antonio Moura Fé  
*cmourafe@aol.com*  
**Paraíba:** Elizabeth de Oliveira  
*betholiveira@buynet.com.br*  
**Pernambuco:** Maria Helena C. de Lima  
*mhclima@sudene.gov.br*  
**Rio Grande do Norte:** Adailton J. E. Carvalho  
*adailton@digizap.com.br*  
**Sergipe:** Robério Anastácio Ferreira  
*raf@ufs.br*

#### CENTRO-OESTE

**Representante Regional:** Omar Daniel  
*omard@ceud.ufms.br*  
**Distrito Federal:** Waldir Ferreira Quirino  
*waldir@lpf.ibama.gov.br*  
**Goiás:** Sandro Correia de Souza  
*souza.eng@ibest.com.br*  
**Mato Grosso:** Carlos Alberto Moraes Passos  
*capassos@terra.com.br*  
**Mato Grosso do Sul:** Jeferson Neneguim Ortega  
*jmortega@del.ufms.br*

#### SUDESTE

**Representante Regional:** Manoel Régis Lima Verde Leal  
*regis@copersucar.com.br*  
**Espírito Santo:** José Tarcísio da Silva Oliveira  
*jtsilva@npd.ufes.br*  
**Minas Gerais:** Enil Almeida Brescia  
*enil.brescia@tecnologia.mg.gov.br*  
**Rio de Janeiro:** Azarias Machado de Andrade  
*azarias@ufrj.br*  
**São Paulo:** Isaías de Carvalho Macedo  
*isaiasmacedo22@aol.com*

#### SUL

**Representante Regional:** Dimas Agostinho da Silva  
*dimass@floresta.ufpr.br*  
**Santa Catarina:** Marcus Vinícius Winkler Caldeira  
*caldeira@furb.br*  
**Paraná:** Luciano Farinha Watzlawick  
*farinha@irati-unicentro.br*  
**Rio Grande do Sul:** Mauro Valdir Schumacker  
*schuma@ccr.ufsm.br*



## Rede Nacional de Biomassa para Energia

### Empresas Associadas

A. W. FABER-CASTELL / ACESITA ENERGÉTICA LTDA. | AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA HIDROVIA DO MADEIRA-AMAZONAS / AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO RIO GRANDE DO SUL | AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAMENTAÇÃO E CONTROLE DE SERVIÇOS PÚBLICOS / AGRALE S/A | ARACRUZ CELULOSE UNIDADE GUAÍBA / ARACRUZ PRODUTOS DE MADEIRA S/A | ASD ELETRÔNICA DIGITAL LTDA / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGRIBUSINESS / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERADORAS TERMELÉTRICAS / ASSOCIAÇÃO DAS SIDERÚRGICAS DE CARAJÁS | ASSOCIAÇÃO DAS SIDERÚRGICAS PARA O FOMENTO FLORESTAL / ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE ALCOOL E AÇÚCAR DO PARANÁ | ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL / ASSOCIAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO | ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS / BAHIA PULP S/A | BAHIA SUL CELULOSE S/A / BIO ENERGY COMPANY DO BRASIL | BIO QUEIMADORES DRAGÃO - BIODRAGÃO / BIO SOJA INDÚSTRIAS QUÍMICAS E BIOLÓGICAS LTDA. | BIOWARE TECNOLOGIA / BRACO | BUNGE ALIMENTOS S/A / CAF SANTA BÁRBARA LTDA. | CALSETTE SIDERURGIA LTDA. / CÂMARA DE COMÉRCIO E INDÚSTRIA BRASIL-ALEMANHA / CARPELO S/A / CARVONBRAS - INDÚSTRIA E COMÉRCIO, IMPORTAÇÃO DE CARVÃO LTDA. | CARVORITE CARVÃO ATIVADO / CATERPILLAR BRASIL SERVIÇOS LTDA. | CBF - INDÚSTRIA DE GUSA S/A / CEDRU'S ASSESSORIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL | CELMAR S/A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL / CELULOSE IRANI S/A | CENIBRA - CELULOSE NIPO-BRASILEIRA S/A / CENTAURUS ASSESSORIA | CENTRAL DE ALCOOL LUCÉLIA LTDA / CENTRO BRASILEIRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL | CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA / CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS | CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL / CHAMFLORA AMAPÁ AGROFLORESTAL LTDA. | CHAMFLORA MOGI-GUAÇU AGROFLORESTAL LTDA. / CIA. DE CIMENTO ITAMBÉ | CIA. NÍQUEL TOCANTINS / CIA. SIDERÚRGICA DO PARÁ | CIA. SUZANO DE PAPEL E CELULOSE / CIKEL BRASIL VERDE S/A | COGERAR SISTEMAS DE ENERGIA LTDA. / COMPANHIA AGRÍCOLA USINA JACAREZINHO | COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO PARANÁ / COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS | COMPANHIA FORÇA E LUZ CATAGUAZES-LEOPOLDINA / COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO | COMPANHIA MINEIRA DE METAIS / COMPANHIA VALE DO RIO DOCE | COOPERATIVA AGRÁRIA DOS CAFEECULTORES DE NOVA LONDRINA / COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE ITAÍ PARANAPAREMA AVARÉ LTDA. | COOPERATIVA DE ENERGIZAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO VALE DO MOGI / COOPERATIVA REGIONAL DE ELETRIFICAÇÃO TEUTÔNIA LTDA. | COPENER FLORESTAL LTDA. / COTTAGE CONSULTORIA EMPRESARIAL LTDA | DECIMATEC ENGENHARIA AGRÍCOLA LTDA. / DEMUTH MÁQUINAS INDUSTRIAIS LTDA. | DURAFLORA S/A - AGUDOS / E+CO BRASIL | ECOENERGIA GERAÇÃO TERMOELÉTRICA LTDA. / ECOFOGÃO INDÚSTRIA DE FOGÕES LTDA. | EMBRAPA AGROBIOLOGIA / EMBRAPA ALGODÃO / EMBRAPA CAFÉ / EMBRAPA FLORESTAS | EMBRAPA GADO DE CORTE / EMBRAPA GADO DE LEITE | EMBRAPA HORTALIÇAS / EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA | EMBRAPA RORAIMA / EMBRAPA SEMI-ÁRIDO | EMBRAPA SOJA / EMBRAPA SOLOS | EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA / EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS | ENERCAL LTDA. | ENERENGE ENGENHARIA E INFORMÁTICA LTDA. | ESALQ/ USP / FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO | FERGUINAS SIDERURGICA LTDA. / FLORYL FLORESTADORA IPÊ LTDA. | FSC BRASIL / FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS | FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ / FUNDAÇÃO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DA ENERGIA DE SÃO PAULO | GERDAU S/A / GLOBAL ENERGY AND TELECOMMUNICATION LTDA. | GRB CORRETORA DE MERCADORIAS LTDA / GRUPO DE ENERGIA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICA | GRUPO DE ENERGIA, BIOMASSA & MEIO AMBIENTE / GUARANY IND. E COM. LTDA. | HIDROTÉRMICA S/A / HLC BRASIL LTDA | ICL DO BRASIL COMÉRCIO EXTERIOR LTDA. | IND. E COM. ÓLEOS IRATI LTDA. | INDÚSTRIA COMÉRCIO E EXPORTAÇÃO DE MADEIRAS / INDÚSTRIA MADEIREIRA ULIANA | INDÚSTRIA SIDERÚRGICA VIANA LTDA. | INFLORES CONSULTORIA E SISTEMAS LTDA. | INPACEL AGROFLORESTAL LTDA. | INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO | INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS | INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO | INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISA / INSTITUTO JAMES WATT | INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA / INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS | INSTITUTO PRÓ-NATURA / INTERNATIONAL PAPER DO BRASIL LTDA. | IPM INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT / JARI CELULOSE S/A | JOHN DEERE EQUIPAMENTOS DO BRASIL / KLABIN FABRICADORA DE PAPEL E CELULOSE S/A | LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS DO IBAMA / LIGAS DE ALUMÍNIO S/A | LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA. | MADESIL MADEIRAS LAMINADAS LTDA. | MASISA DO BRASIL LTDA. | MEGATOWN TRADING S/A | NÚCLEO DE ESTUDOS EM SISTEMAS TÉRMICOS / NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO | ORGANIZAÇÃO DE PLANTADORES DE CANA DO ESTADO DE SÃO PAULO / PERDIGÃO AGROINDUSTRIAL S/A | PERFYL AGRIMENSURA LTDA. | PERTEC PERÍCIA TÉCNICA | PETROPAR AGROFLORESTAL LTDA. | PLACAR LTDA. | PLANTA 7 EMPREENDIMENTOS RURAIS LTDA. | PLANTAR S/A | PLANTAR SIDERÚRGICA S/A | PRESERVAR MADEIRA REFLORESTADA LTDA. | RAMIRES REFLORESTMANEOTS LTDA. | RDM - RIO DOCE MANGANÊS | RECICLOS - RECICLAGEM DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS LTDA. | RESINAS TROPICAIS | RIMA INDUSTRIAL S/A / RM MATERIAIS REFRAATÓRIOS | ROTAVI INDUSTRIAL LTDA. | SABARÁLCOOL S/A - AÇÚCAR E ALCOOL | SAMA SANTA MARTA SIDERURGIA / SAMARCO MINERAÇÃO S/A | SATIPEL FLORESTAL / SECRETARIA DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ | SERRA DO CABRAL AGRO-INDÚSTRIA S/A / SETA S/A | SIDERÚRGICA ALTEROSA LTDA. | SIDERÚRGICA BARRA MANSÁ | SIDERÚRGICA DO MARANHÃO S/A / SISTEMA CONSULTORIA ENERGÉTICA | SOCIEDADE BRASILEIRA DE AGROSSILVICULTURA / SOCIEDADE BRASILEIRA DE PRESERVAÇÃO E PROMOÇÃO DA VIDA | SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS / SOCIEDADE DO SOL | SOPHUS CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA. | SPA-ENGENHARIA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA | SUSTAINABLE VISION DO BRASIL LTDA. | TECNOLOGIA FLORESTAL AVANÇADA | TECNOLOGIA FLORESTAL AVANÇADA / TERRAGAMA DO BRASIL | TRADENER LTDA. | TRADENERGY EMPRESA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA LTDA. | UFVI/DEA / UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO | UNICENTRO/CURSO DE TURISMO | UNICENTRO/DEA | UNICENTRO/DEF | UNICENTRO/DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS | UNIVERSIDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS ROTTENBURG / ALEMANHA | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO / USACIGA - AÇÚCAR, ALCOOL E ENERGIA ELÉTRICA LTDA. | VAPORENGE IND. E COM. LTDA / VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL S/A | WINROCK INTERNATIONAL |