

## EVOLUÇÃO E CONCENTRAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LENHA E CARVÃO VEGETAL DA SILVICULTURA NO BRASIL

### EVOLUTION AND CONCENTRATION OF THE PRODUCTION OF FIREWOOD AND CHARCOAL FROM FORESTRY IN BRAZIL

Flávio José Simioni<sup>1</sup> José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira<sup>2</sup> Arlei Luiz Fachinello<sup>3</sup>  
Claudio Cesar de Almeida Buschinelli<sup>4</sup> Marília Ieda da Silveira Folegatti Matsuura<sup>5</sup>

#### RESUMO

O uso de lenha e carvão vegetal produzido a partir de plantios florestais tem apresentado tendências de crescimento na matriz energética brasileira. Essas fontes de energia renováveis têm sido foco de estudos e políticas públicas, visando à reestruturação das cadeias produtivas para o suprimento da demanda. O objetivo desse trabalho foi analisar a dinâmica mercadológica da lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil, considerando a evolução da produção e dos preços, a concentração da produção e sua localização geográfica nos municípios e estados brasileiros. Utilizou-se como base de dados, a produção e o valor da produção municipal, obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (PEVS), considerando o período entre os anos 2001 e 2011. A taxa de crescimento da produção, a curva de Lorenz, o índice de Gini e a distribuição espacial em mapas da produção de lenha e carvão vegetal no Brasil foram as ferramentas de análise utilizadas. Os principais resultados evidenciam uma concentração da produção de lenha nos três estados do Sul do Brasil e do carvão vegetal em Minas Gerais. O aumento dos preços indica que a demanda não está sendo suficientemente suprida, sobretudo nos estados em que a produção ainda é insipiente.

**Palavras-chave:** florestas energéticas; carvão; lenha; polo de produção florestal.

#### ABSTRACT

The use of firewood and charcoal produced from forest plantations has presented growth trends in the Brazilian energy matrix. These renewable energy sources have been the focus of studies and public policies aimed at restructuring of production chains for the supply of demand. The aim of this study was to analyze market dynamics of firewood and charcoal of forestry in Brazil, considering the evolution of production and prices, the concentration of production and its geographical location in the municipalities and in Brazilian states. It was used as a base data, production and value of the production hall, obtained by the Brazilian Institute of geography and Statistics (IBGE) and the Extraction Vegetal and Forestry Research (PEVS), considering the period between 2001 and 2011. The growth rate of production, Lorenz Curve, Gini index and the spatial distribution maps of production of firewood and charcoal in Brazil were the analysis tools used. The main results show a concentration of the production of firewood in the three states of southern Brazil and charcoal in Minas Gerais state. The rise in prices indicates that the demand is not being sufficiently

1 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages (SC), Brasil. flavio.simioni@udesc.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Bairro Guaraituba, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. jose-mauro.moreira@embrapa.br

3 Economista, Dr., Professor do Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis (SC), Brasil. arlei.fachinello@ufsc.br

4 Ecólogo, Dr., Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5, Bairro Tanquinho Velho, Caixa Postal 69, CEP 13820-000, Jaguariúna (SP), Brasil. claudio.buschinelli@embrapa.br

5 Zootecnista, Dr<sup>a</sup>, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, km 127,5, Bairro Tanquinho Velho, Caixa Postal 69, CEP 13820-000, Jaguariúna (SP), Brasil. marilia.folegatti@embrapa.br

supplied, especially in the states where the production is still incipient.

**Keywords:** energy forests; charcoal; firewood; forest production center.

## INTRODUÇÃO

O uso da biomassa de origem florestal vem sendo valorizado e se constitui em uma alternativa como fonte renovável de energia. De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015), a oferta interna de fontes renováveis de energia no Brasil passou de 44,0% em 2004 para 47,3% em 2009 (maior índice), com posterior queda atingindo 39,4% em 2014, em grande medida devido à redução da energia hidráulica. No caso da produção de lenha e carvão vegetal tem-se verificado uma queda contínua no mesmo período, passando de 13,2% para 8,1% da oferta interna.

A produção de lenha passou de 94.279 mil toneladas em 2008 (ano em que a produção atingiu o maior volume nos últimos anos) para 79.290 mil toneladas em 2013, representando uma redução de 15,9% no período. Cerca de 1,4% da produção foi utilizada para geração de energia elétrica, 32,8% foi transformada em carvão vegetal e 65,8% destinou-se ao consumo final energético. Do que foi destinado ao consumo final, 47,6% foi consumido pelas indústrias, 35,5% pelas residências, 16,3% pelo setor agropecuário e 0,6% pelo setor comercial. O segmento industrial que mais utiliza a lenha é o setor de cerâmica, seguido de alimentos e bebidas e papel e celulose. Já a produção de carvão vegetal em 2013 atingiu 6.615 mil toneladas, uma redução de 34,5% em relação a 2004, quando a produção atingiu o maior volume nos últimos dez anos. As indústrias de ferro-gusa e aço consumiram neste ano 72,6% do carvão produzido no Brasil (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

Dados do segmento da produção florestal demonstram a alta produtividade e competitividade dos plantios florestais para a produção de madeira no Brasil. De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (2015), a produtividade medida pelo incremento médio anual (IMA) dos plantios de eucalipto das suas empresas associadas foi de 39 m<sup>3</sup>/ha.ano em 2014. Esses resultados são superiores aos verificados nos principais países produtores de florestas do mundo, reflexo de condições climáticas favoráveis, de pesquisas e investimentos do setor. Soares et al. (2010) concluíram que a produção e comercialização da madeira de eucalipto no Brasil, nos diferentes sistemas de cultivo analisados, apresentou lucratividade privada e social positiva, sobretudo em áreas motomecanizáveis. Resultados positivos também foram encontrados por Castro et al. (2007) e Rezende et al. (2006), que verificaram a viabilidade econômica de produção de carvão vegetal em florestas plantadas de eucalipto, por Afonso Júnior, Oliveira Filho e Costa (2006), para a produção de lenha para a secagem de grãos, no Estado do Mato Grosso para a produção de lenha e madeira serrada (FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2013) e no Pará (PEREIRA et al., 2011).

Entretanto, apesar dos altos rendimentos alcançados pela silvicultura brasileira, a produção de carvão vegetal ainda utiliza parcela significativa de madeira de florestas nativas como matéria-prima. De acordo com dados da Associação Mineira de Silvicultura (2009), as plantações florestais não são capazes de suprir toda a demanda das empresas, havendo um *deficit* anual médio de quase 50% (no mínimo 100 mil ha), suprido com resíduos e manejo de florestas naturais.

Estudos sobre as cadeias produtivas são fundamentais para a compreensão do contexto produtivo e de suas interações dentro de um território. No caso da lenha e do carvão vegetal, as cadeias produtivas são simplificadas e muitas vezes incompletas ou ainda em formação, como consequência das dificuldades estruturais do setor e da utilização de madeira de florestas nativas. Nesse aspecto, a oferta de madeira nativa a preços baixos desestimula a realização de projetos de investimento de florestas plantadas.

Rezende e Santos (2010) analisaram os pontos críticos e as potencialidades da cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais e esperam um maior ritmo de crescimento da demanda de florestas plantadas para a produção de carvão vegetal, em substituição ao uso de florestas nativas, decorrente das restrições ambientais e da maior exigência dos consumidores. Contudo, Fontes (2005) identificou a falta de coordenação na cadeia produtiva da madeira para energia, cujo segmento da produção florestal apresenta limitações para atender à demanda. Simioni e Hoefflich (2009; 2010) observaram tendências de aumento dos investimentos para o melhor aproveitamento dos resíduos, tanto das explorações florestais como da indústria, visando à produção de energia.

A tecnologia mais amplamente utilizada para a produção de carvão é a realizada em fornos de barro de baixo potencial de aproveitamento da madeira e dos gases de sua combustão (UHLIG, 2008; BRITO, 1990). Do ponto de vista socioambiental, a instalação de fornos modernos de carbonização poderia contribuir para melhorias de desempenho do processo, já utilizados por empresas de maior porte, com menor emissão de gases pelo seu aproveitamento como coprodutos. Santos e Hatakeyama (2012) verificaram, por exemplo, que processos de fabricação em cilindros metálicos verticais reduzem o consumo de lenha em 25% quando comparado ao processo artesanal. Um segundo aspecto refere-se ao uso de carvão vegetal em substituição ao coque mineral para produção de ferro-gusa, constituindo a chamada produção de “aço verde” inserindo-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Diante do exposto, evidencia-se que a oferta de madeira proveniente do cultivo de florestas para a produção de lenha e carvão é insuficiente e não atende à demanda atual. O fator agravante é que sua produção é geograficamente concentrada em determinadas regiões e para alguns segmentos industriais, o suprimento é ainda mais crítico. Essa realidade evidencia a necessidade de se analisar os diferentes polos produtivos, cujas especificidades locais remetem a necessidades distintas.

Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar a dinâmica mercadológica das cadeias produtivas da lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil, considerando a evolução da produção e dos preços, a concentração da produção e sua localização geográfica nos Municípios e Estados Brasileiros.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de análise para a realização desse trabalho foi o descritivo, utilizando-se da pesquisa documental para explorar as relações conceituais já conhecidas e disponibilizadas em artigos especializados. O tratamento dos dados ocorreu de forma quantitativa e a abordagem do tema se deu de maneira histórica, o que também caracteriza o estudo como longitudinal, com período de análise definido. A evolução da produção e dos preços foram consideradas entre os anos 2001 e 2013, e a evolução da concentração da produção foi avaliada em cinco diferentes períodos: 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010.

A concentração da produção foi analisada por meio de índices de concentração (Índice de Gini e Curva de Lorenz) e do centro de gravidade da produção, para cada um dos cinco anos considerados na análise.

Os dados de produção e o valor da produção municipal de lenha e carvão vegetal oriundos da silvicultura foram obtidos da Pesquisa da Extração Vegetal e Silvicultura (PEVS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para analisar a evolução da produção de lenha e carvão vegetal considerou-se a quantidade produzida por estado e por região da unidade da federação, observando as tendências de crescimento e participação percentual. A taxa de crescimento foi determinada a partir da taxa geométrica de crescimento ( $g$ ), obtida a

partir da equação  $g = \sqrt[n]{\frac{V_n}{V_o}} - 1$ , onde,  $V_n$  = último valor observado da série;  $V_o$  = primeiro valor observado da série; e  $n$  = número de períodos da série.

Os preços médios foram calculados por Unidade da Federação dividindo-se o valor bruto da produção pela quantidade produzida. Os valores obtidos foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna IGP-DI (IPEA, 2013) para valores em reais de 2013.

Para avaliar a concentração da produção obteve-se, inicialmente, a frequência de municípios segundo as classes de produção. A partir dessa base de dados, foram obtidos a Curva de Lorenz e o Índice de Gini, com a soma da produção dos anos considerados na análise. Conforme Hoffmann (2006), o Índice de Gini foi obtido

pela expressão  $G = \frac{2}{n^2 \mu} \sum_{i=1}^n X_i - \frac{1}{n} - 1$ , em que:  $n$  = número de municípios com produção de lenha ou carvão vegetal;  $\mu$  = média da produção de lenha ou carvão vegetal;  $X_i$  = produção do município  $i$ , ordenadas em ordem

crescente; = ordem do  $i$ -ésimo município. O índice varia entre 0 e 1, e quanto mais próximo de um, mais concentrada ou desigual é a produção.

A medida de concentração espacial utilizada foi o Centro de Gravidade (CG) (ou Centro de Massa) da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura, o qual é calculado como a média das coordenadas cartesianas ( $X_{CM}$ ,  $Y_{CM}$ ) das localidades, ponderadas por um peso (CORREIA et al., 1996). Os pesos utilizados nesse trabalho foram as quantidades municipais produzidas de lenha e carvão vegetal para cada ano analisado. As latitudes e longitudes que definem o CG são calculadas

pelas fórmulas  $Lat_{CG} = \sum_{i=1}^n p_i Lat_i / P$  e  $Long_{CG} = \sum_{i=1}^n p_i Long_i / P$  em que: a latitude do Centro de Gravidade; o número de municípios; a produção do município; a latitude do município; a produção nacional; a longitude do Centro de Gravidade; a longitude do município. A produção municipal de carvão vegetal e lenha da silvicultura no Brasil no ano de 2011 foi alocada espacialmente e categorizada em um mapa para melhor visualização da atual produção nacional. Os mapas foram gerados por meio do programa computacional ESRI ArcMap 10.0. As coordenadas dos municípios foram obtidas junto ao IBGE (2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Evolução da produção e preços de lenha e carvão vegetal

O Brasil vem aumentando a sua produção de lenha oriunda da silvicultura ao longo da última década, passando de 30 para 55,2 milhões de metros cúbicos no período de 2001 a 2013, com uma taxa geométrica média de crescimento de 6,28% ao ano ao longo do período analisado. Considerando o mesmo período, a produção total de lenha (de origem nativa e silvicultura) passou de 79,0 para 86,3 milhões de  $m^3$ , de maneira que a participação percentual da lenha produzida no país proveniente de florestas plantadas saltou de 38,0% para mais de 64%.

A região geográfica com maior produção é o Sul do país, seguida pela região Sudeste, que juntas respondem por mais de 86% da produção de lenha da silvicultura nacional (Figura 1). A região Sul aumentou em 92% a sua produção no período analisado, enquanto que a produção da região Centro-Oeste cresceu 351% e a região Sudeste apresentou crescimento modesto de 43%. Esse aumento da produção de lenha da silvicultura decorre, em parte, pela substituição de extração vegetal pela silvicultura dada a maior atuação

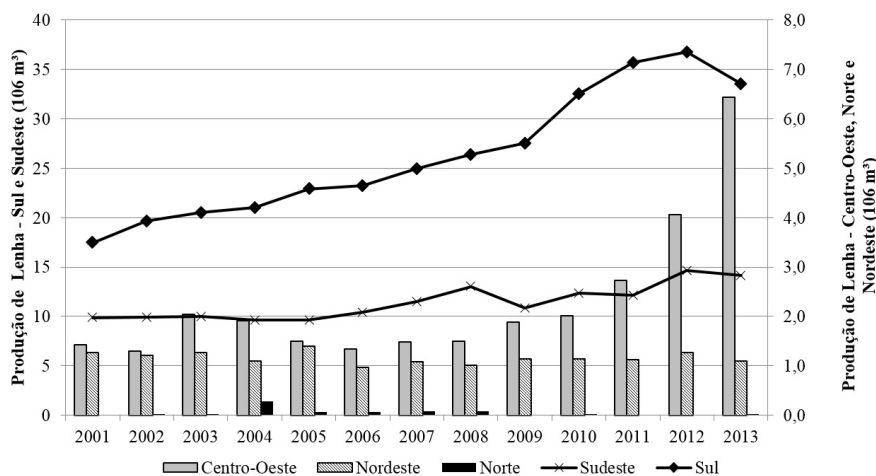


FIGURA 1: Evolução da produção de lenha da silvicultura no período de 2001 a 2013 (Fonte: IBGE/PEVS).  
FIGURE 1: Evolution of firewood production of forestry for the period 2001 to 2013.

de órgãos fiscalizadores e ambientais e pela expansão da silvicultura no Centro-Oeste.

Os principais Estados produtores de lenha da silvicultura, considerando a produção de 2013, são: Rio Grande do Sul (24,2%), Paraná (21,9%), Santa Catarina (14,6%), São Paulo (12,8%) e Minas Gerais (11,2%) (Figura 2). Quatro dos cinco estados mencionados apresentaram aumento da produção ao longo do período analisado, principalmente no Sul do país. A produção no RS cresceu entre 2001 e 2007, mantendo-se desde então. Já no PR, SC e MG houve forte ampliação da produção pós-2006. São Paulo é o único, dentre os cinco estados, que apresentou uma queda na produção. Observa-se uma queda na produção no ano de 2013 em alguns estados (RS, PR, SC e MG) em contraposição ao aumento da produção no estado de Goiás. Mesmo com o aumento da produção de lenha da silvicultura na maioria dos principais Estados produtores, aparentemente a demanda por madeira para energia tem sido superior à oferta. O aumento dos preços médios reais pagos ao produtor vêm indicando isso nas três principais regiões produtoras do país (Figura 3). Considerando o período entre 2000 e 2013, houve crescimento de 92% na oferta de lenha no Sul do país e o preço médio real pago ao produtor cresceu 64,1%. A região Sudeste apresentou um crescimento mais modesto da produção de lenha (43%) e o preço real médio subiu 39,1%. Já na região Centro-Oeste, mesmo diante de um crescimento de 351% da produção local, houve um aumento real nos preços médios em 214,5%, passando de R\$ 18,50 para R\$ 48,30 por metro cúbico. Os únicos estados que apresentaram uma leve queda no preço médio real pago ao produtor foram Minas Gerais (-2,0%) e Rio de Janeiro (-21,2%). Contudo, é importante observar para todas as regiões, o significativo crescimento dos preços até 2009 e posterior queda no período subsequente, dada a retração na economia brasileira, mais intensamente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste e relativamente estável na região Sul.

Na região Centro-Oeste, o crescimento da produção de grãos e a necessidade de lenha para secagem desses produtos é um importante fator que condicionou a elevação de preços. Cerca de 50% do crescimento do volume de grãos (soja, milho e trigo) no país nesse período ocorreu na região Centro-Oeste. A região Sul contribuiu com 26,4% do crescimento desse volume. Outro aspecto a ser considerado é a crescente restrição

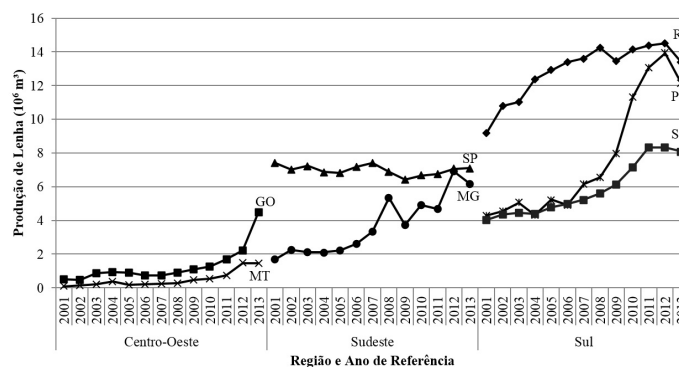


FIGURA 2: Evolução da produção de lenha por Unidade da Federação do Brasil (Fonte: IBGE/PEVS).

FIGURE 2: Evolution of firewood production per unit of the Federation of Brazil.

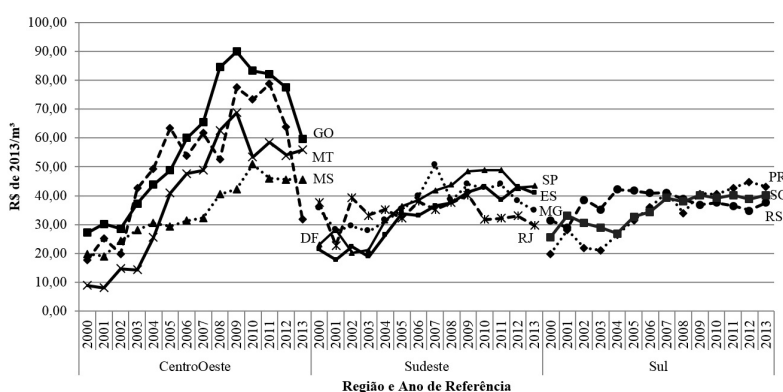


FIGURA 3: Evolução dos preços médios reais pagos aos produtores de lenha por região do Brasil (Fonte: IBGE/PEVS).

FIGURE 3: Evolution of actual average prices paid to producers of firewood by region of Brazil.

do uso da lenha proveniente de espécies florestais nativas.

A produção de carvão vegetal da silvicultura também vem apresentando crescimento ao longo da última década, passando de 2,09 milhões de toneladas em 2001 para 5,58 milhões de toneladas em 2013, representando um aumento acumulado de 166,8%, o que representa uma taxa média geométrica de crescimento de 10,31% ao ano (Figura 4). Considerando o mesmo período, a produção total de carvão vegetal (da extração vegetal e da silvicultura) passou de 3,82 para 6,59 milhões de toneladas, de maneira que a participação percentual do carvão vegetal produzido no país proveniente de florestas plantadas saltou de 54,7% para 84,7%.

Minas Gerais é o principal estado produtor de carvão vegetal de madeira da silvicultura no país, com 83% da produção nacional, seguido pelos estados do Maranhão e da Bahia, com 8,1% e 2,1%, respectivamente. A produção em 2013 no Maranhão apresentou um aumento em relação a 2001, mas vem decrescendo nos últimos quatro anos do período analisado. A produção baiana tem mantido os mesmos patamares médios entre o início e final do período. Já em Minas Gerais, a produção apresentou um forte aumento, passando do patamar de 1,62 milhões de toneladas na primeira metade do período para 6,63 milhões de toneladas em 2013, mesmo com a crise internacional ocorrida em 2008 (Figura 5) e posterior recuo da produção da siderurgia, maior consumidora do produto.

Os preços médios reais do carvão vegetal apresentaram aumento nos Estados de Minas Gerais e Maranhão até 2008, com posterior queda dada a retração na economia brasileira, e queda de 3,3% na Bahia com significativa oscilação no período (Figura 6). Assim como no mercado da lenha, também no mercado de carvão vegetal há indícios de uma demanda superior à oferta atual, pois Minas Gerais, que é o principal polo produtor nacional, mesmo com um aumento de 152,4% da sua produção, apresentou uma elevação de 17,6% nos preços reais pagos aos produtores entre 2000 e 2013. Os dados revelam uma reversão dos preços do carvão vegetal, cujo comportamento foi de queda na década de 80 e estabilização nos anos 90 (COELHO JUNIOR et al., 2006).

### Concentração da produção de lenha e carvão vegetal

Os dados analisados até então evidenciam também uma concentração da produção de lenha da silvicultura nas regiões Sul e Sudeste, e a concentração da produção de carvão vegetal nas regiões Sudeste e Nordeste, principalmente em alguns municípios. Com o aumento nacional da produção de lenha e carvão

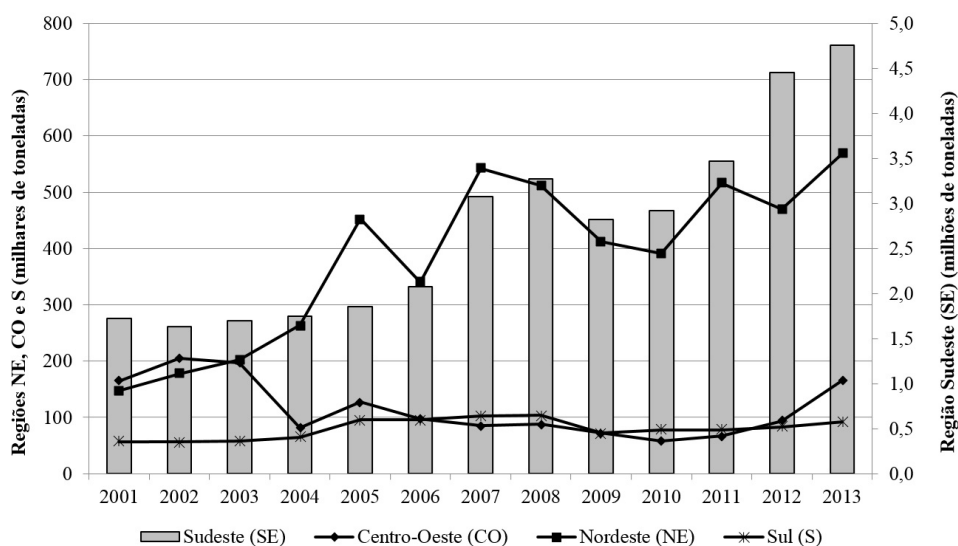


FIGURA 4: Evolução da produção de carvão vegetal da silvicultura – 2001 a 2013 (Fonte: IBGE/PEVS).  
FIGURE 4: Evolution of charcoal production of forestry (2001 to 2013).

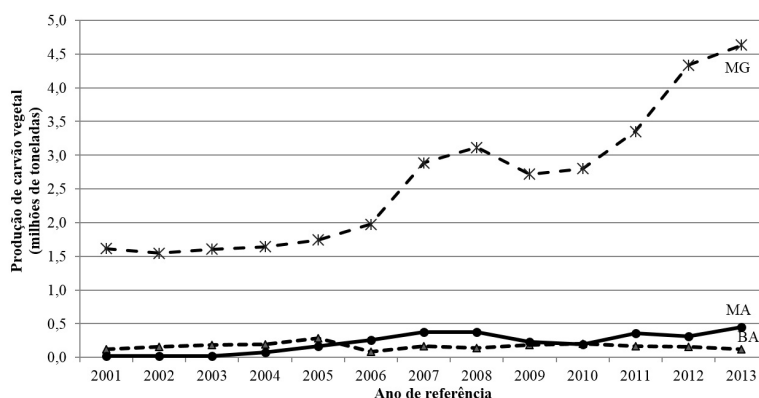


FIGURA 5: Evolução da produção de carvão vegetal por Unidade da Federação do Brasil (Fonte: IBGE/PEVS).

FIGURE 5: Evolution of charcoal production per unit of the Federation of Brazil.

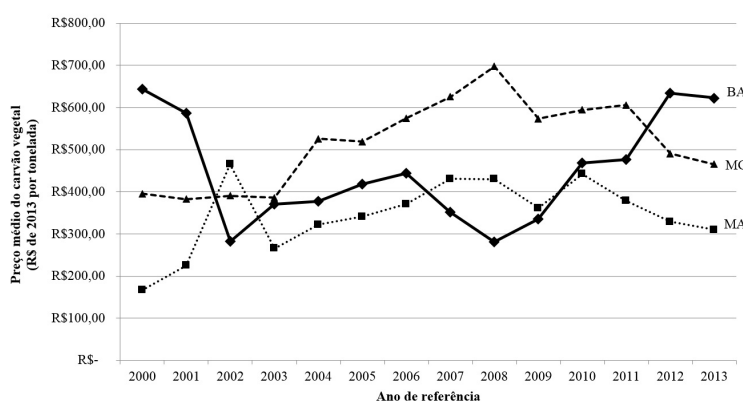


FIGURA 6: Evolução dos preços médios reais pagos aos produtores de carvão vegetal nas três principais regiões produtoras do Brasil (Fonte: IBGE/PEVS).

FIGURE 6: Evolution of actual average prices paid to producers of charcoal in the three main producing regions of Brazil.

vegetal da silvicultura, aumentou também o número de municípios produtores, conforme se pode observar na Tabela 1. Entretanto, a concentração da produção não apresentou grandes variações nos últimos 20 anos, conforme o Índice de Gini para a produção de lenha e de carvão vegetal da silvicultura no país (Tabela 1). Isso evidencia que, se a produção de madeira para lenha e de carvão vegetal aumentaram no país, isso ocorreu não apenas em regiões que não produziam madeira para fins energéticos, mas também nas regiões tradicionalmente produtoras de madeira para energia no Brasil.

Essa concentração também pode ser constatada pela observação das Curvas de Lorenz da produção total de lenha (Figura 7) e de carvão vegetal (Figura 8) nos anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010.

Ao se observar a Figura 7, percebe-se uma pequena variação no comportamento das Curvas de Lorenz nos anos analisados. De maneira geral, 30% dos municípios (os maiores produtores) são responsáveis por cerca de 92% da produção nacional de lenha da silvicultura em todos os anos analisados. Com exceção do ano 2000, os 10% maiores produtores produziram aproximadamente 70% da produção nacional nos anos de 1990, 1995, 2005 e 2010. No ano 2000, a concentração da produção foi um pouco maior, grupo responsável por 75% da produção nacional.

A produção de carvão vegetal apresentou uma concentração ainda maior, com 95% da produção pertencente a 20% dos municípios produtores em todos os anos analisados. As Curvas de Lorenz dos dois produtos evidenciam uma forte concentração na sua produção em alguns municípios, e que esta concentração não tem apresentado grandes modificações ao longo das duas últimas décadas. Vale ressaltar

TABELA 1: Evolução do Índice de Gini e da produção nacional de lenha e carvão vegetal da silvicultura.  
 TABLE 1: Evolution of Gini Index and the national production of firewood and charcoal of forestry.

Ano	Lenha da silvicultura			Carvão vegetal da silvicultura		
	Municípios Produtores	Índice de Gini	Produção (m <sup>3</sup> )	Municípios Produtores	Índice de Gini	Produção (toneladas)
1990	1399	0,8485	22.738.540	526	0,8944	1.838.446
1995	1826	0,8476	28.166.284	730	0,9109	2.481.862
2000	2119	0,8754	40.469.405	903	0,9127	2.385.552
2005	2021	0,8360	35.542.255	947	0,9005	2.526.469
2010	2368	0,8462	49.058.232	919	0,9138	3.448.232

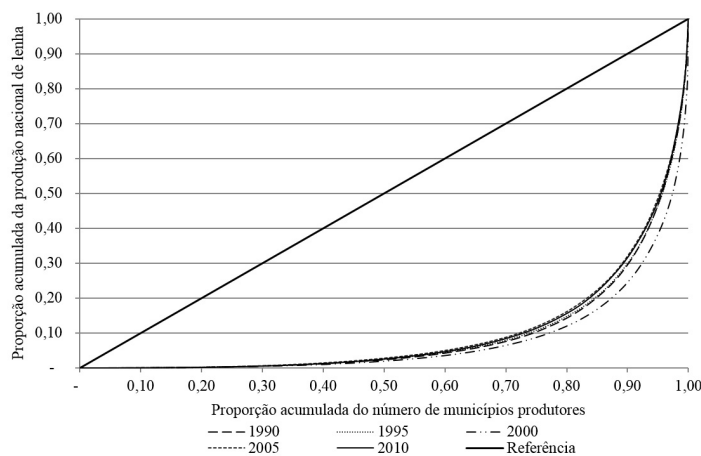


FIGURA 7: Evolução da Curva de Lorenz para a produção de lenha da silvicultura no Brasil nos anos selecionados (Fonte: Elaboração própria utilizando dados do IBGE/PEVS).

FIGURE 7: Evolution of the Lorenz curve for firewood production of forestry in Brazil in selected years.

que apenas municípios que apresentaram alguma produção destes produtos ao longo do período analisado foram considerados nas análises de concentração da produção.

### Localização geográfica da produção de lenha e carvão vegetal

Além do Índice de Gini, o Centro de Gravidade (CG) da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura foi calculado para cada um dos anos em estudo. O objetivo foi analisar a evolução da concentração espacial da produção de madeira com finalidades energéticas.

Conforme pode ser observado na Figura 9, o Centro de Gravidade de cada ano para a produção de lenha não apresentou grandes variações ao longo do tempo, tornando evidente que o centro da produção de lenha da silvicultura no país não sofreu grandes alterações a despeito do aumento da demanda e dos preços regionais e no número de municípios produtores.

As regiões Sul e Sudeste apresentaram o maior número de municípios produtores de lenha e os de maior produção em nível nacional no ano de 2011. O CG da produção também não se deslocou muito dos estados de Paraná e São Paulo, indicando que a quantidade produzida nos estados do Sul e de São Paulo são superiores à produção do restante do Brasil (Figura 9).

Os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Goiás apresentaram municípios com produção acima de 300 mil m<sup>3</sup> de lenha, o sudeste do Rio Grande do Sul e as divisas entre os estados de Santa Catarina e Paraná, e Paraná e São Paulo se apresentaram como polos importantes de produção de lenha da silvicultura.



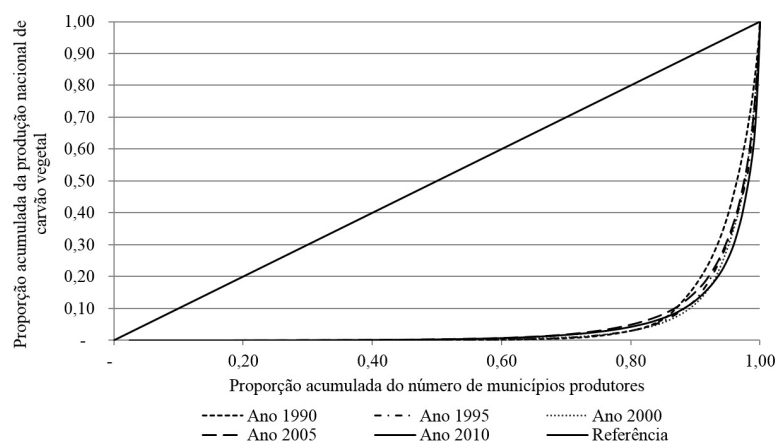


FIGURA 8: Evolução da Curva de Lorenz para a produção de carvão vegetal da silvicultura no Brasil nos anos selecionados (Fonte: Elaboração própria utilizando dados do IBGE/PEVS).

FIGURE 8: Evolution of Lorenz curve for charcoal production forestry in Brazil in selected years.

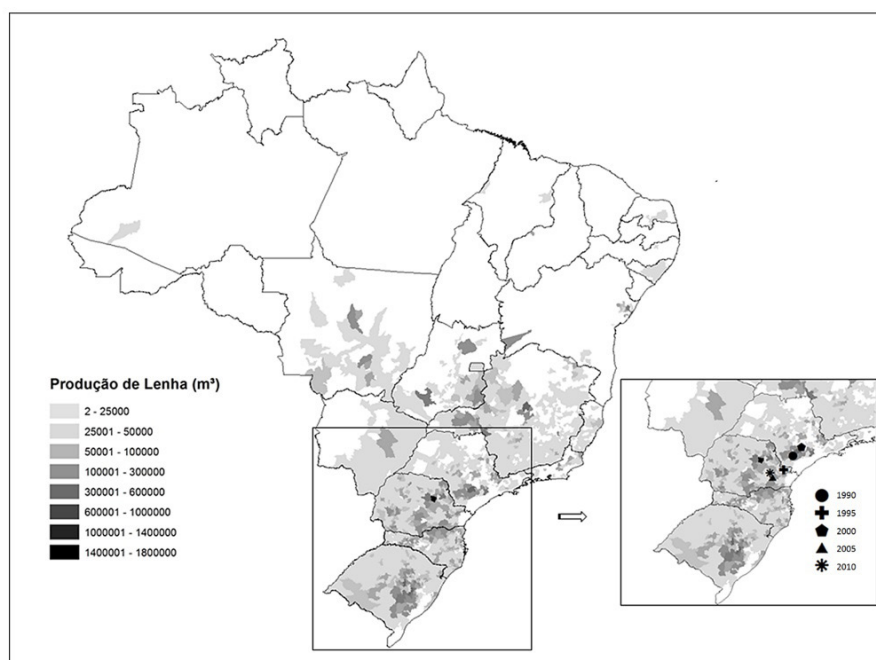


FIGURA 9: Distribuição espacial da produção de lenha no ano de 2011 e localização dos centros de gravidade para os cinco anos analisados (Fonte: Elaboração própria utilizando dados do IBGE/PEVS).

FIGURE 9: Spatial distribution of production of firewood in the year 2011 and the location of the centers of gravity for the five years analyzed.

A produção de carvão vegetal da silvicultura no ano de 2011, juntamente com a evolução do CG da produção nos anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010 podem ser observados na Figura 10. Três polos produtivos de destacam: um no estado de Minas Gerais e os outros dois no Maranhão e no Mato Grosso do Sul. O CG do carvão vegetal concentra-se no Estado de Minas Gerais, que foi responsável por mais de 81% da produção nacional em 2011. Minas Gerais concentra grande parcela da produção siderúrgica do país, o que leva a necessidade de realizar plantios florestais próprios para a produção de carvão vegetal, constituindo-se em uma demanda regional e dos principais custos da indústria do aço. Além disso, é importante destacar que o Código Florestal Brasileiro exige a manutenção de florestas próprias para grandes consumidores destes produtos.

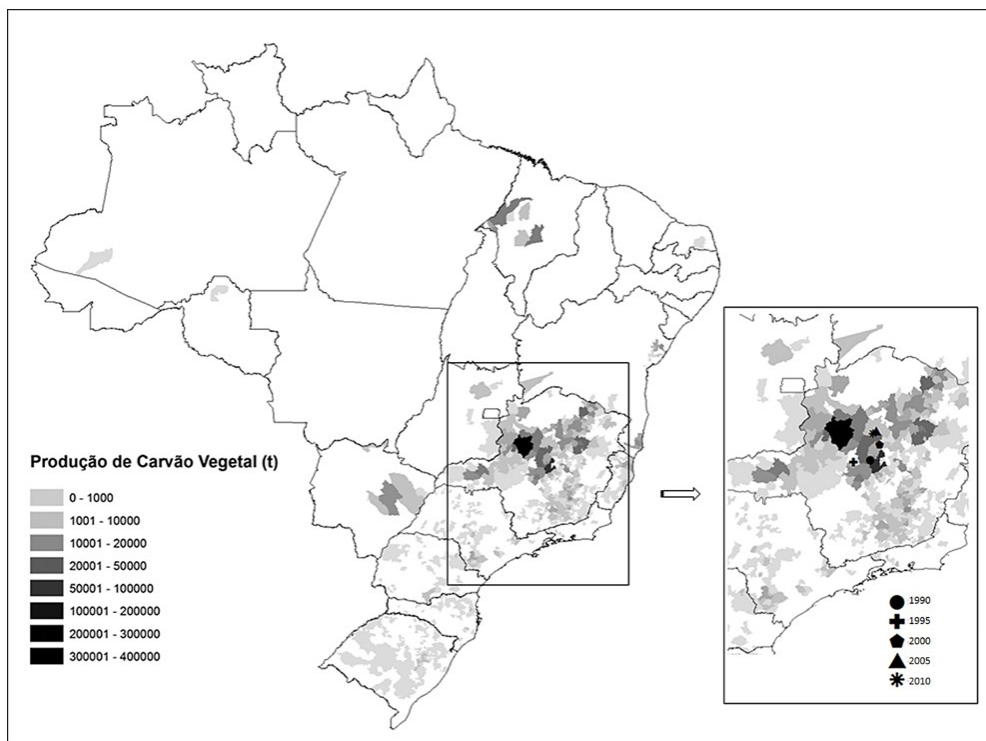


FIGURA 10: Distribuição espacial da produção de carvão vegetal no ano de 2011 e localização dos centros de gravidade para os cinco anos analisados (Fonte: Elaboração própria utilizando dados do IBGE/PEVS).

FIGURE 10: Spatial distribution of production of charcoal in the year 2011 and the location of the centers of gravity for the five years analyzed.

## CONCLUSÕES

Os números apresentados indicam um crescimento da produção em polos já constituídos, especialmente nos estados do Paraná e Santa Catarina para a lenha, e Minas Gerais para o carvão vegetal. Isso indica um crescimento da concentração da produção nas regiões tradicionais.

A região Centro-Oeste se destaca pelo crescimento dos preços da lenha. Observa-se aí um grande crescimento da demanda em razão das necessidades de secagem de grãos. A produção regional não acompanhou o avanço das necessidades, tendo como resultado a elevação dos preços. A produção de carvão vegetal segue a demanda da indústria siderúrgica. Os anos 2000 apresentam intensa elevação da produção a partir de florestas plantadas, comportamento contrário ao observado nos anos 90.

A produção de lenha e carvão da silvicultura tem sido insuficiente para atender à demanda, o que se reflete no comportamento dos preços observados nas diversas regiões do país, em que pese a retração da economia nos anos recentes. Isso acaba por ampliar a “pressão” por esses produtos da floresta nativa, em especial, do Cerrado Brasileiro. Esse quadro tem gerado a necessidade de ampliar o espaço produtivo e, sobretudo, o desenvolvimento de alternativas e novas tecnologias para o uso eficiente desses recursos.

## REFERÊNCIAS

AFONSO JUNIOR, P. C.; OLIVEIRA FILHO, D.; COSTA, D. R. Viabilidade econômica de produção de

- lenha de eucalipto para secagem de produtos agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 28-35, jan./abr. 2006.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Florestas energéticas no Brasil: demandas e potencialidades**. Belo Horizonte: AMS, 2009. Disponível em: <[http://silviminas.com.br/wp-content/uploads/2012/12/publicacao\\_585.pdf](http://silviminas.com.br/wp-content/uploads/2012/12/publicacao_585.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2013.
- BRITO, J. O. Carvão vegetal no Brasil: questões econômicas e ambientais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 4, n. 9, p. 221-227, 1990.
- CASTRO, R. R. et al. Rentabilidade econômica e risco na produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 353-359, 2007.
- COELHO JUNIOR, L. M. et al. Análise longitudinal dos preços do carvão vegetal, no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 429-438, 2006.
- CORREIA, J. D. et al. [Cartografia]. **Revista cartografia e cadastro**, Lisboa, n. 5, p. 69-73, dez. 1996.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balanco energético nacional 2015: relatório síntese-ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2015\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2015.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balanco energético nacional 2014: ano base 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2014.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2015.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Diagnóstico de florestas plantadas do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea), 2013.
- FONTES, A. A. **A cadeia produtiva da madeira para energia**. 2005. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2006.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2015**. Brasília: IBÁ, 2015. Disponível em: <[http://www.iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2015.
- IBGE. **Latitude e longitude dos municípios brasileiros**. [2013]. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas\\_digitais/municipio\\_2005/escala\\_2500mil/proj\\_geografica/arcview\\_shp/brasil/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2005/escala_2500mil/proj_geografica/arcview_shp/brasil/)> Acesso em: 1 set. 2013.
- IBGE. **Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp?o=27&i=P>> Acesso em: 30 jan. 2013.
- IPEA. **IPEADATA - Índice Geral de Preços: disponibilidade interna (IGP-DI)**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 16 set. 2013.
- PEREIRA, T. et al. Análise de viabilidade econômica de uma plantação de eucalipto no Pará –Amazônia-Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Málaga, n. 159, 2011. Disponível em: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/11/prrap.html>>. Acesso em: 7 ago. 2015.
- REZENDE, J. B.; SANTOS, A. C. **A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades**. Viçosa: EPAMIG, 2010. 80 p. (Boletim Técnico, 95).
- REZENDE, J. L. P. et al. Análise econômica de fomento florestal com eucalipto no estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 221-231, 2006.
- SANTOS, S. F. O. M.; HATAKEYAMA, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 309-321, 2012.
- SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de biomassa de origem florestal no planalto sul de Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 501-510, 2009.
- SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de energia de biomassa na região do planalto sul de Santa Catarina: uma abordagem prospectiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1091-1099, 2010.
- SOARES, N. S. et al. Competitividade da cadeia produtiva da madeira de eucalipto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 917-928, 2010.
- UHLIG, A. **Lenha e carvão vegetal no Brasil: balanço oferta-demanda e métodos para a estimação do consumo**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Energia) - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.