

Análise econométrica do mercado brasileiro de carvão vegetal no período de 1974 a 2000

Econometric analysis of the wood charcoal Brazilian market in the period from 1974 to 2000

Naisy Silva Soares
Márcio Lopes da Silva
Alessandro Albino Fontes

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo especificar e estimar as funções de demanda e de oferta brasileira de carvão vegetal, no período de 1974 a 2000. As variáveis explicativas do modelo de oferta foram: o preço do carvão vegetal, a taxa nominal de câmbio, o salário e a taxa de juros. As do modelo de demanda foram: o preço do carvão vegetal, a produção de ferro-gusa e o PIB per capita. As estimativas confirmam que as variáveis explicativas afetam, significativamente, a demanda e oferta de carvão vegetal. Os resultados obtidos, usando o método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), mostram que a demanda e a oferta de carvão vegetal são preço-inelástica ($E_p^s=0,27$ e $E_p^D=-0,10$) e, os obtidos por Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E), que a demanda de carvão vegetal é preço-inelástica ($E_p^D=-0,15$) e a oferta é preço-elástica ($E_p^s=1,25$).

PALAVRAS-CHAVE: Oferta, Demanda, Carvão vegetal, Produto florestal

ABSTRACT: The work objectives to specify and estimate the demand and supply functions for Brazilian wood charcoal, in the period from 1974 to 2000. The variables applied to explain supply were: the wood charcoal prices, the nominal rate of exchange (R\$/US\$), the interest rate "overnight" and the salary. The variables applied to explain demand were: the wood charcoal prices, cast iron production and GNP per capita. The estimates showed that the variables affected, significantly, the demand and supply of charcoal. The results, using least squares method, indicated that charcoal demand and supply are price-inelastic ($E_p^s=0,27$ e $E_p^D=-0,10$). The results, using two-stage least squares method, indicated that vegetable charcoal demand is price-inelastic ($E_p^D=-0,15$) and the supply is price-elastic ($E_p^s=1,25$). It concluded that the estimated equations can subsidie the knowledge of the charcoal market, and are able to estimative, forecast and analys the policy of the sector.

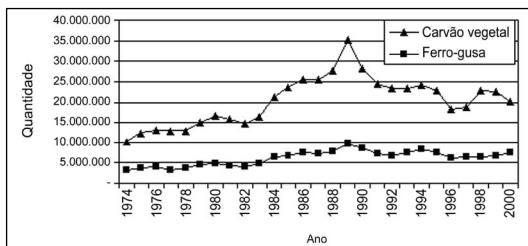
KEYWORDS: Demand, Supply, Charcoal wood, Forest product

INTRODUÇÃO

O carvão vegetal é utilizado, pelo setor siderúrgico nacional, como termorredutor do minério-de-ferro para a produção de ferro-gusa. Este insumo é produzido a partir da queima da madeira em ambiente fechado com baixa presença de oxigênio, normalmente em fornos de alvenaria. A siderurgia nacional também utiliza, no seu processo produtivo, o coque mineral como termorredutor do minério-de-ferro. Entretanto, o carvão mineral existe em pouca quantidade no território brasileiro e com baixa qualidade e por isso o país é dependente da importação desse termorredutor.

Segundo Silva e Pereira (1981), o carvão vegetal era um insumo que representa, aproximadamente, 50% dos custos de produção de uma tonelada de ferro-gusa. De acordo com Abracave (2001), em 2000, o setor siderúrgico consumiu 88,2% do total demandado de carvão vegetal. Este insumo é produzido em boa parte por produtores independentes que têm o setor siderúrgico como principal mercado consumidor do produto, seguido do consumo doméstico. Empresas do setor siderúrgico estão realizando reflorestamento em algumas regiões brasileiras buscando garantir o suprimento adequado deste insumo de produção (Silva e Silva, 1996).

O comportamento da produção e do consumo de carvão vegetal (Prod/Cons), bem como o comportamento da quantidade produzida de ferro-gusa, no Brasil, no período de 1974 a 2000, é mostrado na Figura 1 e o comportamento do preço do carvão vegetal, neste mesmo período, pode ser observado na Figura 2.



Fonte: Abracave (2001)

Figura 1

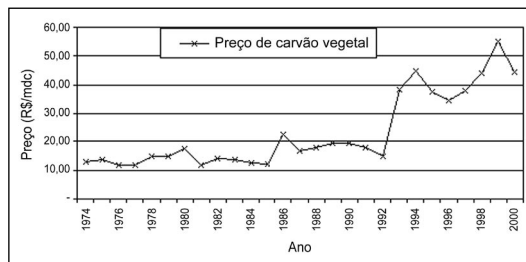
Produção e consumo de carvão vegetal (mdc) e produção de ferro-gusa (t.), no Brasil, no período de 1974 a 2000.

(Charcoal wood production and consumption (mdc) and iron-gusa production (ton), in Brazil, in the period from 1974 to 2000)

A quantidade produzida e consumida de carvão vegetal, no Brasil, foi crescente até a década de 80 e declinante na década de 90, e, a partir do ano de 1995, começou ocorrer reduções na quantidade produzida de ferro-gusa, como pode ser observado na Figura 1. Em 1994, com o plano real, a taxa de câmbio apresentou-se sobrevalorizada passando por graduais desvalorizações, controladas pelo Banco Central, até 1999 (Paiva, 2001). A sobrevalorização da taxa de câmbio torna as exportações menos atrativas. Sendo assim, a redução na quantidade produzida de ferro-gusa pode ser explicada pela queda das exportações brasileiras deste produto. Por outro lado, a sobrevalorização da taxa de câmbio contribuiu para o aumento da demanda de produtos importados. Como o coque e o carvão vegetal são produtos substitutos na siderurgia, começou ocorrer aumento na demanda de coque que teria ficado relativamente mais barato e com isso, ocorreram reduções no consumo e na produção de carvão vegetal.

Nos últimos anos, tem ocorrido aumento no preço do carvão vegetal, como pode ser observado na Figura 2. Com o aumento do consumo de coque no período de sobrevalorização da taxa de câmbio, a produção de carvão vegetal diminuiu e isso contribuiu para o aumento do preço

do carvão, nesta época. Considerando, também, que a produção deste insumo é dependente de condições “edafoclimáticas”, a oferta e o preço do carvão vegetal estão sujeitos a variações estacionais e aleatórias (Silva e Silva, 1996).



Fonte: Abracave (2001)

Figura 2

Preço do carvão vegetal, no Brasil, no período de 1974 a 2000.

(Wood charcoal price, in Brazil, in the period from 1974 to 2000)

Poucos estudos referentes à oferta e a demanda de carvão vegetal foram feitos até o momento e, com isso, torna-se relevante atualizar pesquisas nesta área.

Teixeira et al. (1982) aplicaram o método de mínimos quadrados ordinários, para estimar um modelo de oferta de carvão vegetal, as séries temporais mensais (1976 a 1980), concluindo que a oferta deste insumo era preço-inelástica, tanto no curto como no longo prazo.

Pereira et al. (1982) também usaram dados de séries temporais mensais (1976 a 1980) e o método dos mínimos quadrados ordinários, para ajustar a função de demanda de carvão vegetal e constataram que, no curto prazo, a procura de carvão vegetal é preço-inelástica e a elasticidade preço cruzada da demanda, em relação ao preço do minério de ferro era -2,52, indicado relação de complementaridade na produção de gusa.

Amâncio et al. (1983) usou a mesma metodologia dos trabalhos citados anteriormente para estimar um modelo simultâneo de oferta e demanda de carvão vegetal para a siderurgia, mostrando que a oferta e a demanda de carvão deste termorredutor são preço-inelástica e preço-elástica, respectivamente.

Silva e Pereira (1981), estimaram as variações estacionais dos preços de carvão vegetal em Minas Gerais, no período de 1975 a 1980, utilizando o método de média geométrica móvel

centrada em doze meses e obtiveram índice máximo de preço em agosto e mínimo em dezembro, sendo que o máximo estava cerca 8,0% acima e o mínimo cerca de 7,8% abaixo do índice médio anual.

Silva e Silva (1996), aplicaram a metodologia de Box e Jenkins em observações mensais abrangendo o período de 1980 a 1992, para estudar o comportamento temporal dos preços do carvão vegetal e concluíram que a queda do preço deste insumo, no período estudado, deveu-se, principalmente, à redução do preço dos combustíveis e do ferro-gusa.

O conhecimento da estrutura de mercado do carvão vegetal é fundamental para fins de planejamento da produção, comercialização e previsão, tanto para o setor siderúrgico como para o setor produtor de carvão vegetal.

Assim, o principal objetivo desta pesquisa é especificar e estimar a oferta e a demanda brasileira de carvão vegetal, no período de 1974 a 2000, bem como analisar o comportamento da oferta e da demanda do produto em relação às variações do preço e das demais variáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Modelo teórico

A quantidade demandada (Q^D) de um bem é função do seu preço (P), do preço de um bem complementar (P_c), do preço de um bem substituto (P_s) e da renda (Y) dos consumidores, ou seja:

$$Q^D = f(P, P_c, P_s, Y)$$

De acordo com a teoria do consumidor e com a classificação de Hicks, a quantidade demandada reage negativamente ao aumento no preço do produto e no preço do bem complementar e reage positivamente ao aumento no preço do bem substituto. Com relação ao aumento na renda dos consumidores, a quantidade demandada reage positivamente se o bem for normal, e negativamente se o bem for inferior.

Entretanto, o preço de produtos substitutos do carvão vegetal, por exemplo, o preço do carvão mineral, não foi incluído na função de demanda devido à indisponibilidade de dados.

A quantidade ofertada (Q^S) de um bem é função do seu preço (P), e dos preços dos fatores de produção utilizados na sua produção como: preço da mão-de-obra (W) e preço do capital (K), isto é:

$$Q^S = f(P, W, K)$$

Na função de oferta, também podem ser incluídas, além dos preços de produtos substitutos e complementares, tecnologia, variáveis climáticas, risco e variáveis políticas.

Segundo a teoria, num mercado de concorrência perfeita, a quantidade ofertada de um bem reage positivamente aos acréscimos no seu preço e negativamente aos acréscimos nos preços dos fatores de produção.

O mercado estará em equilíbrio, quando a quantidade ofertada do bem igualar à quantidade demandada.

Modelo empírico

Para estimar as relações estruturais do setor de carvão vegetal, foi proposto um modelo econométrico composto pelas equações de oferta e demanda adotando a forma log-log e os métodos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E).

Adotando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e a forma log-log, temos:

$$\text{Demanda: } \ln Q_t^D = \beta_1 + \beta_2 \ln PCV_t + \beta_3 \ln GUSA_t + \mu_t$$

em que:

Q_t^D = quantidade demandada de carvão vegetal, em mdc;

PCV_t = preço do carvão vegetal, em R\$/mdc;

$GUSA_t$ = quantidade produzida de ferro-gusa, em tonelada;

μ_t = termo estocástico;

\ln = base do logaritmo neperiano, e

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ = parâmetros a serem estimados.

A expectativa é de que $\beta_2 < 0$ e $\beta_3 > 0$.

$$\text{Oferta: } \ln Q_t^S = \beta_1 + \beta_2 \ln PCV_t + \beta_3 \ln TC_t + \beta_4 \ln SAL_t + \beta_5 \ln TJ_t + \beta_6 T_t + \mu_t$$

em que:

Q_t^S = quantidade ofertada de carvão vegetal, em mdc;

PCV_t = preço do carvão vegetal, em R\$/mdc;

TC_t = taxa de câmbio, em moeda nacional por dólares, na forma de índice;

SAL_t = salário mínimo, em Reais;

TJ_t = taxa de juros "overnight", em % ao mês;

T_t = tendência;

μ_t = termo estocástico;

\ln = base do logaritmo neperiano, e

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ = parâmetros a serem estimados.

A expectativa é de que β_2 e $\beta_5 > 0$ e β_3 e $\beta_4 < 0$, podendo o sinal de β_6 ser maior ou menor que zero.

Adotando o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E), o modelo econométrico composto pelas equações de oferta e demanda pode ser especificado da seguinte maneira, também adotando a forma log-log:

$$\text{Demanda: } \ln QD_t = \beta_1 + \beta_2 \ln PCV_t + \beta_3 \ln GUSA_t + \beta_4 \ln PIB_t + \mu_t$$

em que:

QD_t = quantidade demandada de carvão vegetal, em mdc;

PCV_t = preço do carvão vegetal, em R\$/mdc;

$GUSA_t$ = quantidade produzida de ferro-gusa, em tonelada;

PIB_t = produto interno bruto per capita, em R\$/pessoa;

μ_t = termo estocástico;

\ln = base do logaritmo neperiano, e

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = parâmetros a serem estimados.

A expectativa é de que $\beta_2 < 0$ e $\beta_3, \beta_4 > 0$.

$$\text{Oferta: } \ln Q^s_t = \beta_1 + \beta_2 \ln PCV_t + \beta_3 \ln TJ_t + \beta_4 \ln SAL_t + \beta_5 \ln TC_t + \beta_6 T_t + \mu_t$$

em que:

Q^s_t = quantidade ofertada de carvão vegetal, em mdc;

PCV_t = preço do carvão vegetal, em R\$/mdc;

TJ_t = taxa de juros "overnight", em % ao mês;

SAL_t = salário mínimo, em reais;

TC_t = taxa de câmbio, em moeda nacional por dólares, na forma de índice;

T_t = tendência;

μ_t = termo estocástico;

\ln = base do logaritmo neperiano, e

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ = parâmetros a serem estimados.

A expectativa é de que $\beta_2 > 0$ e $\beta_3, \beta_4, \beta_5 < 0$, sendo que, o sinal de β_6 pode ser maior ou menor que zero.

Devido à especificação logarítmica, as elasticidades com relação ao preço e às demais variáveis são dadas por β_i .

Justificativa das variáveis utilizadas

Demanda

Preço do carvão vegetal: o preço do carvão vegetal é uma variável exógena do modelo. Es-

pera-se que um aumento no preço do carvão vegetal, reduza a quantidade demandada deste produto.

Quantidade produzida de ferro-gusa: espera-se que um aumento na quantidade produzida de ferro-gusa aumente a demanda de carvão vegetal.

Renda: o PIB per capita foi utilizado como um indicador de renda. Aumentando a renda dos consumidores, espera-se que ocorra um aumento na quantidade demandada do produto.

Oferta

Preço do carvão vegetal: espera-se que um aumento no preço do carvão vegetal aumente a oferta de deste produto no mercado.

Taxa de câmbio: a taxa nominal de câmbio tem efeito negativo sobre a oferta do produto, isto é, uma desvalorização da moeda nacional em relação à moeda estrangeira (Dólar) torna as importações do coque menos atrativas e assim, aumenta a utilização do carvão vegetal pela siderurgia e conseqüentemente aumenta a quantidade produzida de carvão vegetal.

Salário: o salário representa o preço da mão-de-obra utilizada na produção de carvão vegetal e por isso foi incluído na equação de oferta. Se o salário aumenta, aumentam os custos de produção e os lucros reduzem. Sendo assim, para maximizar o lucro deve-se reduzir o número de empregados, reduzir a produção, e, portanto, a oferta (Silva, 1996).

Taxa de juros: a variável explicativa, taxa de juros, pode representar o custo de oportunidade do capital. Teoricamente, quanto maior a taxa de juros, menos atrativos se tornam os investimentos florestais e, portanto, menor a oferta de carvão vegetal. Por outro lado, a teoria sugere que um aumento no custo de manter o estoque florestal provocado por um aumento na taxa de juros, reduzirá a idade de corte podendo aumentar a oferta do produto em curto prazo (Silva, 1996).

Tendência: a variável tendência é utilizada na equação de oferta para captar efeitos da evolução tecnológica na produção de carvão vegetal.

Testes estatísticos

Para testar a significância das regressões obtida pelos métodos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E) utilizou-se o teste F, enquanto que o grau de ajustamento das regressões foi avaliado por meio do coeficiente de determinação (R^2).

A significância dos coeficientes, individualmente, foi verificada por meio do teste “t” de Student. A existência de correlação serial nos resíduos foi avaliada por meio do teste d, de Durbin-Watson.

Fonte de dados

Os dados utilizados são provenientes de séries temporais anuais, abrangendo o período de 1974 a 2000. Não se trabalhou com um período maior porque alguns dados não estavam disponíveis e por entender que o período abrangido é representativo e capta a evolução do setor de carvão vegetal.

As séries foram construídas com o indicado a seguir:

A quantidade consumida e produzida de carvão vegetal, o preço deste produto e a quantidade produzida de ferro-gusa foram fornecidos pela Abracave (2001)

O salário e a taxa de câmbio nominal (Real/US\$), média aritmética – dólar comercial - utilizados na equação de oferta, foram obtidos no site <http://www.ipeadata.gov.br>.

O PIB per capita utilizado na equação de demanda, também foi obtido no site <http://www.ipeadata.gov.br>.

A taxa de juros corresponde à taxa de empréstimos financeiros, “overnight” (% ao mês), utilizados na equação de oferta, foi obtida no site <http://www.fgv.gov.br>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentadas as estimativas das equações de demanda e oferta de carvão vegetal utilizando os métodos: Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Mínimos Quadrados de Dois Estandares (MQ2E).

Tabela 1

Estimativas da equação de demanda de carvão vegetal, no Brasil, no período de 1974 a 2000 (Wood charcoal demand estimative, in Brazil, in the period from 1974 to 2000)

Variáveis Explicativas	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-Padrão	Teste “t”
Constante		0,7455		
Ln PCV	Preço do Carvão Vegetal	-0,1050*	0,0271	3,8643
Ln GUSA	Quantidade Produzida de Ferro-Gusa	1,0490*	0,0445	23,53
R ² =0,9660		d=1,5363 (sc)		

* significativo em nível de 1%; sc= sem correlação serial.

Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Demanda de carvão vegetal

As variáveis que se mostraram relevantes para explicar as variações na demanda de carvão vegetal foram: preço do carvão vegetal (PCV) e quantidade produzida de ferro-gusa (GUSA).

O melhor ajustamento foi obtido utilizando o modelo na forma logarítmica.

Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos para a equação de demanda de carvão vegetal.

O coeficiente de determinação (R²) indica que 96,60% das variações ocorridas na demanda de carvão vegetal foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo.

O coeficiente da variável preço do carvão vegetal (PCV) foi significativo em nível de 1% de probabilidade e apresentou sinal negativo, sugerindo uma relação inversa entre preço e quantidade demandada. O coeficiente da variável quantidade produzida de ferro-gusa (GUSA), também foi significativo em nível de 1% de probabilidade, apresentou-se com sinal positivo, indicando uma relação direta entre quantidade produzida de ferro-gusa e quantidade demandada de carvão vegetal.

O teste d, de Durbin-Watson, aplicado à equação de demanda, para avaliar a existência de correlação serial nos resíduos, confirmou a ausência de correlação serial nos resíduos em nível de 1% de probabilidade.

Como as estimativas foram feitas a partir de um modelo logarítmico, os parâmetros podem ser interpretados como as estimativas das elasticidades.

A elasticidade-preço da demanda de carvão vegetal foi -0,10, sugerindo que um aumento de 10% no preço do carvão vegetal, ocasionaria uma redução de 1,0% na quantidade demandada deste produto, *ceteris paribus*, indicando que a demanda de carvão vegetal é inelástica com relação ao preço do produto. A demanda de carvão vegetal é pouco sensível a variações no preço.

Com relação à quantidade produzida de ferro-gusa, pode-se dizer que um aumento de 10% na quantidade produzida deste produto acarretaria um acréscimo de 10,49% na demanda de carvão vegetal, *ceteris paribus*. Isto indica que a demanda de carvão vegetal é sensível a variações na quantidade produzida de ferro-gusa.

Assim, a demanda de carvão vegetal é mais sensível a variações na quantidade produzida de ferro-gusa do que às variações no preço do carvão vegetal.

Oferta de carvão vegetal

As variáveis que se mostraram relevantes para explicar as variações na oferta de carvão vegetal foram: preço do carvão vegetal (PCV), taxa de câmbio (TC), salário (SAL), taxa de juros (TJ) e tendência (T).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos para a equação de oferta de carvão vegetal.

O coeficiente de determinação (R²) mostrou que 88% das variações ocorridas na oferta de carvão vegetal foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo.

Os coeficientes das variáveis explicativas taxa de câmbio (TC), taxa de juros (TJ) e tendência (T), foram significativos em nível de 1% de probabilidade, enquanto os coeficientes das variáveis explicativas salário (SAL) e preço do carvão vegetal (PCV) foram significativos em nível de 5% e 6% de probabilidade, respectivamente.

O sinal positivo das variáveis PCV, TJ e T indica que estas variáveis têm influência positiva na oferta. Já, o sinal negativo da TC e do SAL indica uma relação inversa entre estas variáveis e a oferta de carvão vegetal.

A ausência de correlação serial nos resíduos, foi verificada por meio do teste “d” de Durbin. Este teste confirmou a ausência de correlação serial nos resíduos em nível de 1% de probabilidade.

A elasticidade-preço da oferta de carvão vegetal foi 0,27, indicando que um aumento de 10% no preço do carvão vegetal acarretaria um aumento de 2,7% na quantidade ofertada deste produto, *ceteris paribus*. Assim, a oferta de carvão vegetal é inelástica com relação ao preço.

A baixa elasticidade-preço da oferta de carvão vegetal pode estar refletindo o baixo nível tecnológico utilizado no processo de carvoejamento e a falta de exploração alternativa para os empresários que se dedicam a este tipo de atividade (Amâncio et al., 1983).

O sinal negativo da taxa de câmbio (TC), indica que quando a moeda nacional desvaloriza 10%, a oferta de carvão vegetal aumenta 0,6%, *ceteris paribus*.

Com relação ao salário (SAL), pode-se dizer que, um aumento de 10% no salário, reduz a oferta de carvão vegetal em 8,6%, *ceteris paribus*.

O sinal positivo da variável tendência (T) indica que a oferta de carvão vegetal, o período de 1974 a 2000, estaria se deslocando para a direita a uma taxa média de 7,14% aa. Segundo Amâncio et al., 1983, este deslocamento da curva de oferta reflete o progresso tecnológico alcançado no setor de carvoejamento e o aumento da disponibilidade e da utilização de lenha proveniente de projetos de florestamento e reflorestamento.

O sinal positivo da taxa de juros indica que, se ocorrer um aumento de 10% nesta variável, a oferta de carvão vegetal aumenta 1,07%, *ceteris paribus*. Isto mostra que os produtores antecipam o corte do povoamento quando a taxa de juros aumenta, aumentando assim, a oferta de carvão vegetal no mercado a curto prazo.

Tabela 2

Estimativas da equação de oferta de carvão vegetal, no Brasil, no período de 1974 a 2000 (Wood charcoal supply estimative, in Brazil, in the period from 1974 to 2000)

Variáveis Explicativas	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-Padrão	Teste “t”
Constante		18,2607		
Ln PCV	Preço do Carvão Vegetal	0,2700***	0,1373	1.9667
Ln TC	Taxa de Câmbio	-0,0602*	0,0162	-3,7170
Ln SAL	Salário	-0,8605**	0,4187	-2,0548
Ln TJ	Taxa de Juros	0,1077*	0,0358	3,0044
T	Tendência	0,0714*	0,1322	5,4063
R ² =0,88	d=1,69 (sc)			

*** significativo em nível de 6%; ** significativo em nível de 5%; * significativo em nível de 1%; sc= sem correlação serial.

Assim, a oferta de carvão vegetal é mais sensível às variações no salário.

Equilíbrio de mercado

Com base nas equações obtidas pelo método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) foi possível traçar as curvas de oferta e demanda de carvão vegetal em função do seu preço, sendo as demais variáveis mantidas nos seus valores médios, conforme ilustra a Figura 3.

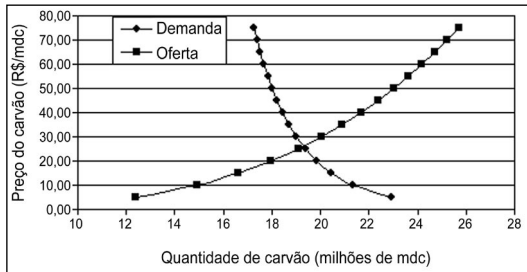


Figura 3
Curvas de demanda (Q^D) e oferta (Q^S) de carvão vegetal em função do seu preço e equilíbrio no mercado de carvão vegetal obtidos por MQO.
(Demand (Q^D) and supply (Q^S) curves of wood charcoal in function of its price and balance in the market gotten by OLS)

Como pode ser observado na Figura 3, o equilíbrio no mercado de carvão vegetal ocorre quando o preço do produto atingir R\$ 26,00 o mdc. A quantidade de equilíbrio, por sua vez é aproximadamente 19 milhões de mdc, isto caso as demais variáveis se mantiverem no seu valor médio. Se o preço ultrapassar a R\$ 26,00, a oferta de carvão vegetal será maior que a demanda, ou seja, existirá excesso de produto no mercado. Para reduzir o excesso do produto no mercado, os vendedores tendem a baixar o preço até que a demanda se iguale à oferta. Por outro lado, se o preço do carvão for inferior a R\$ 26,00, a demanda de carvão vegetal superará a oferta, isto é, haverá escassez

Tabela 3

Estimativas da equação de demanda de carvão vegetal, no Brasil, no período de 1974 a 2000, obtidas pelo método dos mínimos quadrados de dois estágios (Wood charcoal demand estimative, in Brazil, in the period from 1974 to 2000, by two-stage least squares method)

Variáveis Explicativas	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-Padrão	Teste "t"
Constante		0,6543		
Ln PCV	Preço do Carvão Vegetal	-0,1517*	0,0389	-3,9003
Ln GUSA	Quantidade Produzida de Ferro-Gusa	1,0207*	0,0554	18,4250
Ln PIB	PIB <i>per capita</i>	0,3718**	0,2804	1,3257
R ² =0,9663		d=1,6948 (sc)		

* significativo em nível de 1%; ** significativo em nível de 19%; sc= sem correlação serial.

de produto no mercado. Com isso, ocorrerá disputa pelo produto no mercado e assim, a tendência é o preço do produto aumentar e o mercado atingir o ponto de equilíbrio.

Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E)

As estimativas das equações de oferta e demanda de carvão vegetal adotando o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E), são apresentadas a seguir.

Demanda de carvão vegetal

O preço do carvão vegetal (PCV), a quantidade produzida de ferro-gusa (GUSA) e o PIB per capita (PIB) são as variáveis que se mostraram relevantes para explicar as variações na demanda de carvão vegetal. O melhor ajustamento foi obtido utilizando o modelo na forma logarítmica.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos para a equação de demanda de carvão vegetal.

O coeficiente de determinação (R²) mostrou que 96,63% das variações ocorridas na demanda de carvão vegetal foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo.

O coeficiente da variável preço do carvão vegetal (PCV) foi significativo, em nível de 1% de probabilidade, e apresentou sinal negativo, sugerindo uma relação inversa entre preço e quantidade demandada. O coeficiente da variável quantidade produzida de ferro-gusa (GUSA), foi significativo em nível de 1% de probabilidade, apresentou-se com sinal positivo, indicando uma relação direta entre quantidade produzida e ferro-gusa e quantidade demandada de carvão vegetal. O coeficiente da variável PIB foi significativo em nível de 19% de probabilidade e apresentou-se com sinal positivo, sugerindo uma relação direta entre PIB e quantidade demandada de carvão vegetal.

O teste d, de Durbin-Watson, aplicado à equação de demanda, para avaliar a existência de correlação serial nos resíduos, confirmou a ausência de correlação serial nos resíduos em nível de 1% de probabilidade.

Como as estimativas foram feitas a partir de um modelo logarítmico, os parâmetros podem ser interpretados como as estimativas das elasticidades.

A elasticidade-preço da demanda de carvão vegetal foi -0,15 e sugere que um aumento de 10% no preço do carvão vegetal ocasionaria uma redução de 1,5% na quantidade demandada do produto, *ceteris paribus*, indicando que a demanda de carvão vegetal é inelástica com relação ao preço do produto. A demanda de carvão vegetal é pouco sensível a variações no preço.

A elasticidade-renda da demanda de carvão vegetal foi de 0,37, indicando que o carvão vegetal é um bem normal. Um aumento de 10% na renda (representada pelo PIB per capita) causaria um incremento de 3,7% na quantidade demandada do produto, *ceteris paribus*.

Com relação à quantidade produzida de ferro-gusa, um aumento de 10% na quantidade produzida deste produto provoca um acréscimo de 10,20% na demanda de carvão vegetal, *ceteris paribus*, indicando que a demanda de carvão vegetal é sensível às variações na quantidade produzida de ferro-gusa.

Oferta de carvão vegetal

As variáveis que se mostraram relevantes para explicar as variações na oferta de carvão vegetal foram: PCV, TC, SAL, TJ e T.

São apresentados na Tabela 4, os resultados obtidos para a equação de oferta de carvão vegetal.

O coeficiente de determinação (R2) mostrou que 59,86% da variação ocorrida na oferta de carvão vegetal foram explicadas pelas variáveis predeterminadas no modelo.

Os coeficientes das variáveis explicativas TC e T foram significativos em nível de 1% de probabilidade, enquanto que, os coeficientes das variáveis explicativas PCV e SAL foram significativos em nível de 5% de probabilidade. Já, o sinal da variável explicativa TJ foi significativo em nível de 16% de probabilidade. O sinal positivo da variável PCV e TJ indica que estas variáveis têm influência positiva na oferta e o sinal negativo da variável SAL indica uma relação inversa entre esta variável e a quantidade ofertada de carvão vegetal. A ausência de correlação serial nos resíduos, foi verificada por meio do teste “d” de Durbin.

A elasticidade-preço da oferta de carvão vegetal foi 1,25 indicando que um aumento de 10% no preço do carvão vegetal provoca um aumento de 12,5% na quantidade ofertada deste produto, *ceteris paribus*. Assim, a oferta de carvão vegetal é elástica com relação ao preço.

O sinal positivo da taxa de juros indica que, se ocorrer um aumento de 10% nesta variável, a oferta de carvão vegetal aumenta 0,9%. Isto mostra que os produtores antecipam o corte do povoamento quando a taxa de juros aumenta, aumentando assim, a oferta de carvão vegetal no mercado em curto prazo.

O sinal negativo da taxa de câmbio (TC) indica que, quando a moeda nacional desvaloriza 10%, a oferta de carvão vegetal aumenta 1,3%.

Tabela 4

Estimativas da equação de oferta de carvão vegetal, no Brasil, no período de 1974 a 2000, obtidas pelo método dos mínimos quadrados em dois estágios (Wood charcoal supply estimative, in Brazil, in the period from 1974 to 2000, by two-stage least squares method)

Variáveis Explicativas	Descrição	Coefficiente Estimado	Erro-Padrão	Teste “t”
Constante		21,7285		
Ln PCV	Preço do Carvão Vegetal	1,2510**	0,5402	2,3157
Ln TJ	Taxa de Juros	0,0963***	0,0666	1,4458
Ln TC	Taxa de Câmbio	-0,1340*	0,04674	-2,8666
Ln SAL	Salário	-2,3127**	1,0485	-2,2056
T	Tendência	0,0857*	0,0254	3,3698
R ² =0,5986	d= 2,1999 (sc)			

* significativo em nível de 1%; ** significativo em nível de 5%; *** significativo em nível de 16%; sc= sem correlação serial.

Com relação ao salário (SAL), pode-se dizer que, um aumento de 10% no salário, reduz a oferta de carvão vegetal em 23,1%.

O sinal positivo da variável tendência (T) indica que a oferta de carvão vegetal, o período de 1974 a 2000, estaria se deslocando para a direita a uma taxa média de 8,5% aa.

Equilíbrio de mercado

As curvas de oferta e demanda de carvão vegetal obtidas pelo método de mínimos quadrados de dois estágios (MQ2E), estão representadas na Figura 4.

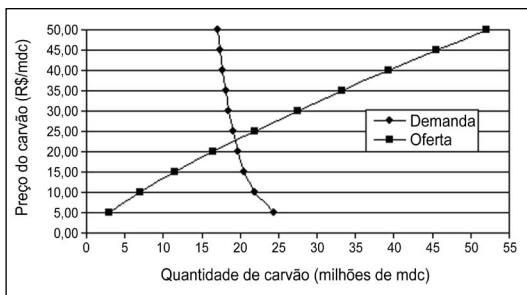


Figura 4

Curvas de demanda (Q^D) e oferta (Q^S) de carvão vegetal em função do seu preço e equilíbrio no mercado de carvão vegetal obtidos por MQ2E. (Demand (Q^D) and supply (Q^S) curves of wood charcoal in function of its price and balance in the market gotten by 2SLS)

Observa-se, na Figura 4, que a oferta se iguala à demanda de carvão vegetal quando o preço do produto for R\$ 23,00 o mdc e esta quantidade de equilíbrio é, aproximadamente, de 20 milhões de mdc, caso as demais variáveis do modelo forem mantidas nos seus valores médios. Observa-se que a curva de oferta obtida por este método foi mais elástica que a curva obtida pelo MQO.

CONCLUSÕES

Adotando-se o método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pode-se concluir que a oferta e a demanda de carvão vegetal são preço-inelástica, sendo que a elasticidade-preço da oferta é 0,27 e a elasticidade-preço da demanda é $-0,10$. A demanda de carvão vegetal é sensível às variações na quantidade produzida de ferro-gusa, enquanto que a oferta é sensível às variações no salário. O mercado estará em equilíbrio quando o preço atingir R\$ 26,00 mdc e a quantidade 19 milhões de mdc.

Utilizando-se o método Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E), pode-se concluir que a demanda de carvão vegetal é preço-inelástica e a oferta é preço-elástica. A elasticidade-preço da oferta de carvão vegetal é 1,25 e a elasticidade-preço da demanda é $-0,15$. A demanda de carvão vegetal é sensível às variações na quantidade produzida de ferro-gusa, enquanto que a oferta é sensível às variações no salário. O equilíbrio do mercado ocorrerá quando o preço atingir R\$ 23,00 mdc e a quantidade 20 milhões de mdc.

Um aspecto importante que deve ser considerado é que o método MQO não se aplica a modelos de equações simultâneas, pois os estimadores obtidos dessa forma são viesados e inconsistentes.

Deste modo, o método MQ2E é o aquele recomendado e adequado estatisticamente para representar a oferta e a demanda de carvão vegetal no período estudado, uma vez que, as estimativas assim obtidas são consistentes.

Entretanto, por motivo de comparação os dois métodos (MQO e MQ2E) foram incluídos no presente trabalho.

AUTORES

NAISY SILVA SOARES é Economista, mestranda em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, MG. - E-mail: naisysilva@universiabrasil.net

MÁRCIO LOPES DA SILVA é Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - E-mail: marlosil@ufv.br

ALESSANDRO ALBINO FONTES é Eng. Florestal, Doutorando em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa, MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACAVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS RENOVÁVEIS. **Anuário estatístico**. Belo Horizonte, 2001.

AMÂNCIO, M.R.C; BRANDT, S.A.; PEREIRA, A.R. Modelo recursivo da oferta e demanda de carvão vegetal para a siderurgia no Estado de Minas Gerais. **Brasil florestal**, n.56, p.31-36, 1983.

PAIVA, M.C.S. **Análise financeira do carvão vegetal e do coque na siderurgia mineira, no período de 1995 a 1999**. Viçosa: UFV, 2001. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

PEREIRA, A.R.; BRANT, S.A.; TEIXEIRA, H.H.L. Análise econométrica da demanda de carvão vegetal. **Silvicultura**, v.7, n.23, p.49-50, 1982.

SILVA, M.L. **Análise econométrica do mercado brasileiro de celulose e de papel e papelão**. Viçosa: UFV, 1996. 120p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

SILVA, M.L.; SILVA, J.M. A Análise do comportamento temporal dos preços do carvão vegetal: aplicação e avaliação da metodologia "Box And Jenkins". **Revista árvore**, v.20, n.1, p.57-67, 1996.

SILVA, O.M.; PEREIRA, A.R. Variação estacional dos preços de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais. **Revista árvore**, v.5, n.2, p.125-134, 1981.

TEIXEIRA, H.H.L.; SILVA, O.M.; BRANT, S.A. Estrutura da oferta de carvão vegetal. **Silvicultura**, v.7, n.23, p.51-52, 1982.