

PREÇO DE LENHA ESTIMADO ATRAVÉS DO MODELO ULVELING-FLETCHER¹

SEBASTIÃO ORLANDO DA SILVA², ANTONIO JOÃO DOS REIS³, VANDER AZEVEDO MORAIS³ e JOSÉ ROBERTO S. SCOLFORO⁴

Resumo - O presente estudo teve como objetivo analisar a formação do preço de lenha em região produtora de cal. Utilizou-se para tanto, a função estimada através do modelo Ulveling-Fletcher. Os resultados demonstraram que o preço de lenha é um fenômeno de demanda, com oferta fixa, pela escassez das reservas florestais e conseqüente baixo nível de estoque do produto. Concluiu-se ainda que consumo de resíduos de pneumáticos e preço de carvão vegetal (via oferta) têm, respectivamente, influência negativa e positiva sobre o preço de lenha.

Termos para indexação: preço de lenha, oferta, demanda, lenha, Ulveling-Fletcher.

PRICE FOR FIREWOOD ESTIMATED BY ULVELING-FLETCHER MODEL

Abstract - The present paper had an objective to analyze the formation of the firewood price in a lime production region using the Ulveling-Fletcher Model. The results showed that the firewood price depends on demand variation, given its stable supply, lack, of the native forest reserves and consequently low level of stock. It was concluded that rubber residues and charcoal have a positive and negative influence upon the firewood price, respectively.

Index terms: firewood price, supply and demand, firewood, Ulveling-Fletcher.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI) (1980), no período compreendido entre 1971 e 1979, os preços dos derivados de petróleo foram aumentados em percentuais superiores ao índice inflacionário. Em decorrência disto a matriz energética brasileira alterou-se consideravelmente. Conforme dados de Minas Gerais (1984), o consumo de óleo combustível no período 1978 - 1982, decresceu em 26 e 66% respectivamente, nos setores siderúrgico e da cal no Estado de Minas Gerais. No mesmo período, a siderurgia aumentou em 76% o consumo de carvão vegetal e a indústria da cal, ambas no Estado de Minas Gerais, teve aumento de 44% no consumo de lenha.

¹ Recebido em 20 de junho de 1986.

Aceito para publicação em 17 de março de 1987.

Artigo baseado na dissertação intitulada 'Preço de Lenha para Produtores de Cal em Três Micro-Regiões Homogêneas do Estado de Minas Gerais', apresentada em junho/84, à Escola Superior de Agricultura de Lavras como parte das exigências para a conclusão do curso de Mestrado em Administração Rural feito pelo primeiro autor.

² Professor da Academia da Força Aérea - AFA. Departamento de Ensino - CEP 13630 - Pirassununga, SP.

³ Professor do Departamento de Economia Rural da Escola Superior de Agricultura de Lavras (DEC/ESAL) - Caixa Postal 37 - CEP 37200 - Lavras, MG.

⁴ Professor do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura de Lavras (DCF/ESAL) - Caixa Postal 37 - CEP 37200 - Lavras, MG.

O aumento acentuado no consumo de madeira energética resulta no fenômeno da escassez relativa, ou seja, reservas florestais economicamente viáveis pela aceitação dos custos de sua exploração e transporte (CNI, 1980).

Conforme Arantes (1980), a distribuição espacial das florestas energéticas deveria obedecer orientação locacional objetivando os grandes centros de consumo, suprimindo a demanda do produto nesses locais. Esse autor estimou que no período de 1979 a 1985 haveria na Região Sudeste brasileira, um déficit na ordem de 34,8 milhões de metros cúbicos de madeira roliça.

A escassez de madeira para fins energéticos acarreta elevação no seu preço. Na Região Sudeste brasileira em 1977, os preços de lenha eram 25% superiores que nas demais regiões, Brown (1980).

No Estado de Minas Gerais, as indústrias da cal e siderúrgica, localizavam-se geograficamente próximas, consolidando elevado consumo de energia a partir da madeira, o que permite a pressuposição de preços altos do produto para essas indústrias. Nesse sentido, o conhecimento dos fatores que compõem o preço de lenha para os produtores de cal são de relevante importância, uma vez que direcionam políticas no sentido de manter ofertas razoáveis e preços justos do produto.

Deste modo, este estudo objetiva estimar uma função para preço de lenha e analisar os fatores que o compõe nas micro-regiões homogêneas 180, 191 e 199 do Estado de Minas Gerais, compreendendo os seguintes municípios produtores de cal: Formiga, Moema, Lagoa da Prata, Ijaci, Arcos, Pimenta e Pains.

MATERIAL E MÉTODO

Material

Os dados foram coletados junto a 49 produtores de cal num universo de 52 que se encontravam em atividade produtiva no período estudado.

Para a análise, efetuou-se um corte seccional compreendendo o período de maio de 1983 a junho de 1984, possibilitando segmentar uma série temporal constituída por sete bimestres, os quais foram submetidos a análise de regressão.

Modelo conceitual

O modelo conceitual é a Teoria de Determinação de Preços. Conforme Brandt (1980), uma organização de mercado competitiva é composta de numerosos compradores e vendedores competindo livremente entre si. Os compradores são idênticos e os vendedores negociam produtos razoavelmente homogêneos. As informações de mercado são disponíveis e imediatas a todos os interessados.

Segundo ainda Brandt (1980); Ferguson (1978); Stigler (1970); Bilas (1979), entre outros, a Teoria de Preços é ampla, devendo considerar as pressuposições da oferta, da procura, as teorias de utilidade e do consumidor, os conceitos de elasticidade e flexibilidade-preço, entre outras conceituações.

Sendo o preço influenciado pelas interações da demanda e da oferta, estas por sua vez, são influenciadas pelos preços dos produtos substitutos, renda, estoque,

transporte, fatores tecnológicos e institucionais, além das variações estacionais e temporais. Deve-se considerar ainda a tendência dos preços agrícolas em acompanhar o índice geral de preços dos produtos não agrícolas, uma vez que são influenciados pelas mesmas forças de demanda e de custo.

Modelo econométrico

A partir das pressuposições da Teoria de Preços em que uma variável independente poderá ser influenciada por outro fator da mesma natureza e ambos, influenciando a variável dependente, há de se lançar mão de um modelo que em sua especificação permita a estimativa que a complexidade do problema exige.

Assim, utilizou-se para a análise das flexibilidades-preço, os coeficientes de regressão da função Cobb-Douglas modificada, Ulveling & Fletcher (1970) e aperfeiçoada por De Janvry (1972). Este modelo consiste na indexação de um ou mais insumos. As variáveis indexadas podem ser representadas por diferentes tamanhos, tipos ou níveis com restrição apenas que devem ser quantificadas. A flexibilidade parcial terá um relacionamento linear, com os coeficientes de regressão e as variáveis indexadas. Assim, alterações nas variáveis indexadas provocam variações nos coeficientes de regressão, especificando a influência indireta de algumas variáveis sobre o preço de lenha.

O modelo tem sido usado com vantagens sobre os demais, a exemplo de Camargo (1974); Lima (1971); Rocha (1972). Das referências consultadas, apenas Almeida (1972), encontrou restrições como grau de significância estatísticas dos coeficientes das variáveis e problemas de multicolinearidade. Entretanto, os ganhos obtidos para análise na utilização do modelo Ulveling-Fletcher superam as pequenas desvantagens.

Simbolicamente a função Ulveling-Fletcher é descrita pela seguinte expressão matemática:

$$Y = a_0 X_1^{F_1(I)} X_2^{F_2(I)} X_3^{F_3(I)} \dots X_n^{F_n(I)} \cdot e$$

onde os expoentes são funções de uma variável (I), considerada como modificadora das elasticidades parciais.

Y - é a variável dependente

X_i - variável independente (i = 1, 2, 3, ... m)

e - erro de estimação

I - variável indexada, podendo assumir as mais variadas formas, entre elas a seguinte:

$$F(I) = b_0 + b_1 I_1 + b_2 I_2 + \dots + b_n I_n$$

a equação para preço de lenha é, portanto:

$$\begin{aligned}
 Y = & \quad b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_4 \quad b_5 \quad b_6 \quad b_7 \quad b_8 \quad b_9 \quad b_{10} \quad b_{11} \\
 & AX_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_7 \cdot X_8 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \\
 & \quad b_{12} \quad b_{13} \quad b_{14} \quad b_{15} \quad b_{16} \quad b_{17} \quad b_{18} \quad b_{19} \quad b_{20} \\
 & \cdot X_{12} \cdot X_{13} \cdot X_{14} \cdot X_{15} \cdot X_{16} \cdot X_{17} \cdot X_{18} \cdot X_{19} \cdot X_{20} \\
 & \quad b_{21} + b_{22} I_8 + b_{23} I_{12} + b_{24} I_{17} + b_{25} I_{18} + b_{26} I_{19} \\
 & \cdot X_{21} \\
 & \quad b_{27} + b_{28} I_{16} + b_{29} I_{20} \\
 & \cdot X_{22} \quad \cdot e
 \end{aligned}$$

onde:

- Y = preço médio de lenha em Cr\$/m st no período t. Quantidade pela média aritmética ponderada dos preços de lenha de mata nativa e preço de eucalipto
- X₁ = tendência, onde 1 = maio/junho/83... 7 = maio/junho/84
- X₂ = consumo de lenha nativa, no período t, em metro estéreo (m st)
- X₃ = consumo de lenha de eucalipto, no período t, em m st
- X₄ = consumo de restos de pneumáticos industrializados, no período t, e toneladas
- X₅ = estoque de lenha, em m st
- X₆ = transporte de lenha feito por terceiros, em percentuais no período t
- X₇ = produção de cal, em toneladas, no período t
- X₈ e I₈ = índice de crescimento da construção civil no Brasil, em percentuais no período t
- X₉ = índice de variação das ORTN'\$', em percentuais, no período t
- X₁₀ = índice de inflação, em percentual, no período t

- X_{11} = produção de aço no Brasil, em toneladas, no período t-1
 X_{12} e I_{12} = número de usinas de açúcar em funcionamento no final do período t
 X_{13} = lenha adquirida de terceiros, em percentuais, no período t
 X_{14} = preço médio do óleo diesel, em Cr\$/litro, no período t
 X_{15} = renda bruta dos produtores de cal, em cruzeiros, no período t
 X_{16} e I_{16} = distância média para transporte de lenha, em km no período t
 X_{17} e I_{17} = preço de lenha de mata nativa, em Cr\$/m st no período t
 X_{18} e I_{18} = preço de lenha de eucalipto, em Cr\$/m st, no período t
 X_{19} e I_{19} = preço de borracha, em Cr\$/t, no período t
 X_{20} e I_{20} = preço médio do carvão vegetal verificado no setor siderúrgico em Cr\$/metro cúbico, no período t - 1
 X_{21} = demanda de lenha ($X_2 + X_3$), em m st, no período t
 X_{22} = oferta de lenha ($X_2 + X_5$), em m st, no período t
e = erro de estimação

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação do preço da lenha

As variáveis foram selecionadas pelo processo estatístico STEP WISE, obtendo-se a seguinte equação:

$$\begin{aligned}
 Y = & 1,2089 \cdot X_2^{-0,99496} \cdot X_3^{-0,44659} \cdot X_4^{-0,03732} \cdot X_5^{-0,02557} \cdot X_{13}^{-0,4601} \\
 & \cdot X_{16}^{0,20029} \cdot X_{17}^{0,81965} \cdot X_{18}^{0,27245} \cdot X_{19}^{0,02922} \cdot X_{21}^{1,11627} \\
 & \cdot X_{22}^{-0,00039} I_{16}^{+0,0000017} I_{20}
 \end{aligned}$$

Resultados estatísticos

A função para preço de lenha foi estimada pelo método dos mínimos quadrados ordinários e obteve os seguintes parâmetros: coeficiente de determinação R^2 de 0,989 indicando que 98,9% das variações no preço de lenha são explicadas pelas variáveis constantes no ajustamento; teste de 't' de Student dos coeficientes parciais de regressão apresentou-se significativo a níveis iguais ou inferiores a 1% para as variáveis X_2 , X_3 , X_5 , X_{16} , X_{17} , X_{18} , X_{21} e I_{16} . A 2% para as variáveis X_{19} e I_{20} e 15% para os coeficientes de X_4 e X_{13} . A significância da regressão foi testada por meio do teste de 'F' de Snedecor, apresentando-se significativa a 0,001%.

Variáveis eliminadas do modelo

Em decorrência do desconhecimento sobre a formação do preço de lenha, utilizou-se elevado número de variáveis. Algumas destas apresentaram problemas de significância e de alta correlação entre si, por esta razão foram eliminadas do modelo no decorrer do processamento dos dados. São elas: X_6 (transporte de terceiros), X_9 (ORTN), X_{10} (inflação), X_8 (crescimento da construção civil), X_{12} (número de usinas açucareiras) e X_{15} (renda bruta).

Outras variáveis que apresentaram baixa significância na explicação do preço médio de lenha, foram eliminadas pelo processo STEP WISE, a saber: X_7 (produção de cal), X_{11} (produção de aço), X_{14} (preço do óleo diesel) e X_{20} (preço do carvão vegetal). Igualmente não se mostraram influenciar o preço médio de lenha, via demanda, as variáveis I_8 (índice de crescimento da construção civil), I_{12} (número de usinas açucareiras), I_{17} (preço de lenha nativa), I_{18} (preço de lenha de eucalipto), I_{19} (preço da borracha) e I_{20} (preço do carvão vegetal).

A formação do preço da lenha

As variáveis explicativas do preço da lenha, através dos seus coeficientes de regressão (b_i 's) permitem as análises que se seguem: mantendo-se constantes os demais fatores uma expansão de 10% em um dado período no consumo de lenha de mata nativa, resultaria na diminuição do preço médio de lenha na ordem de 9,95%. Igual expansão no consumo de lenha de eucalipto acarretaria uma diminuição no preço médio de lenha de 4,46%. A maior sensibilidade do preço médio de lenha em relação a lenha de mata nativa decorre de ser esta consumida em maior volume e por ter preço inferior à lenha de eucalipto, conforme dados de Silva et alii (1984). A influência negativa do eucalipto está relacionada ao seu maior poder calorífero, resultando em menor consumo global de lenha.

Se por um lado o consumo isolado de lenha de mata nativa acarreta maior redução no preço médio da lenha, um aumento de 10% em seu preço e mantendo-se

constantes os demais fatores, promoverá um aumento de 8,19% no preço médio de lenha, portanto mais substancial em relação a igual aumento no preço de lenha de eucalipto, uma vez que aquela é consumida em maior volume do que esta.

O sinal do coeficiente de X_4 (consumo de borracha), indica que este fator substitui e afeta inversamente o preço médio da lenha, de tal forma que a um aumento de 10% em X_4 em dado período, o preço médio de lenha diminui em 0,37% *ceteris paribus*. Como substituto da lenha, a borracha, ao ter seu preço majorado, terá relação direta com o preço médio da lenha, tal qual indicou o sinal do coeficiente de X_{19} (preço de borracha).

O estoque de lenha (X_5) constitui-se como elemento regulador de preços em situações de intensa demanda pelo produto. Desse modo, contribui em 0,25% para a redução do preço médio da lenha no momento em que for acrescido em 10%, *ceteris paribus*. Conquanto significativa, a variável apresentou-se com baixo grau de influência, uma vez que a formação de estoques obedece fatores de oferta de lenha e esta, demonstrou ser razoavelmente fixa no decorrer do período, conforme demonstra o coeficiente de 0,0266 para X_{22} (oferta).

Para a obtenção do coeficiente de regressão de X_{22} (oferta), atribuiu-se valores médios do I_{16} (distância - 124 km) e I_{20} (preço do carvão Cr\$ 12.781/MDC) aos seus respectivos coeficientes. Assim, a flexibilidade-preço da oferta, indica que a uma expansão de 10% na quantidade ofertada, promoverá uma redução no preço médio de lenha de 0,266%, *ceteris paribus*.

Conforme Silva et alii (1984), 93,8% dos produtores de cal não possuem recursos florestais próprios, possivelmente, em decorrência do conhecimento que têm sobre os altos custos de produção de lenha. Confirmando tal pressuposição, o coeficiente de X_{13} (lenha adquirida de terceiros) revela que a um aumento de 10% em seu consumo, o preço médio de lenha diminui em 0,46%, mantendo-se constantes os demais fatores.

Impossibilitados de formar estoques de lenha devido a fixidez da oferta e sem reservas florestais próprias, a alternativa para os produtores de cal consiste na aquisição do produto nos locais distantes de suas bases de consumo, onde a oferta é maior, influenciando preço médio de lenha para baixo, conforme ilustra o coeficiente de X_{16} (distância de transporte).

Por outro lado, os altos custos de transporte praticamente inibem a redução do preço médio da lenha, constatação essa indicada pelo valor do coeficiente de flexibilidade de 0,20029 para X_{16} (distância de transporte). Assim, se tudo o mais se mantiver constante, um aumento de 10% na distância para o transporte de lenha, está associado a um acréscimo de 2%, no preço de lenha.

Considerando os resultados da análise das variáveis X_{22} (oferta), X_5 (estoques) e X_{16} (distância de transporte), assume-se que o preço médio de lenha seja um fenômeno de demanda, uma vez que os níveis, de lenha, ofertada e estocada, aliados à distância de transporte, mostram-se insuficientes para o atendimento em situações de intensa demanda, semelhante aos picos de consumo verificados na safra de cal,

(Silva et alii, 1984). Reafirmando essa conclusão, o coeficiente de flexibilidade-preço da demanda de 1,116 para X_{21} (demanda) indica que a uma expansão de 10% na demanda da lenha, resulta num acréscimo de 11,16% no preço médio da lenha, ceteris paribus.

Finalmente, o coeficiente de I_{20} (preço do carvão vegetal) indica que o preço médio da lenha é influenciado pelo preço do carvão vegetal, via oferta de lenha. Atribuindo a I_{20} o seu valor médio, obtém-se o coeficiente, de 0,0217, revelando que a um aumento de 10% na oferta de lenha, seu preço aumentará em 0,217% em decorrência do preço do carvão vegetal, ceteris paribus.

CONCLUSÕES

As conclusões decorrentes deste estudo residem nos seguintes aspectos: o preço da lenha nas micro-regiões estudadas é um fenômeno de demanda, uma vez que o estoque é baixo devido a influência da fixidez da oferta, além da inexistência de reservas florestais próprias e problemas na distância de transporte; a lenha de mata nativa é um importante componente na redução do preço médio de lenha, dado o seu alto consumo e baixo preço; o carvão vegetal afetando o preço da lenha e a provável exaustão de florestas de terceiros são fatores de incerteza no abastecimento da lenha. Decorrente de tais conclusões, sugere-se para a política florestal o incentivo ao reflorestamento nas áreas próximas de consumo, quais sejam as indústrias da cal e siderúrgicas, de tal forma que a aquisição de lenha seja acessível aos usuários, com preços justos e ofertas razoáveis do produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Professor Antonio Donizette de Oliveira, Departamento de Ciências Florestais/ESAL, pela participação na correção do trabalho de dissertação, que originou o presente artigo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R. de. **Análise econômica da produção de leite da bacia leiteira de Salvador-Bahia**. Viçosa, UFV, 1972. 96p. Tese MS.
- ARANTES, C. C. Oferta e demanda da madeira. **Fundação João Pinheiro**, Belo Horizonte, 10(5/6) 254-300, mai./jun. 1980.
- BILAS, R. A. **Teoria microeconômica: uma análise gráfica**. 2. ed. Rio de Janeiro, Forense, 1979. 404p.
- BRANDT, S. A. **Comercialização agrícola**. Piracicaba, Licroceres, 1980. 195p.
- BROWN, R. I. **O consumo de madeira no Brasil**. São Paulo, Instituto de Física, USP, 1980. 168p.

- CAMARGO, J. R. V. de. **Análise da produtividade nas culturas de algodão e soja com a aplicação do modelo Ulveling-Fletcher.** Piracicaba, ESALQ, 1974. 131p. Tese MS.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **A crise dos combustíveis líquidos: a visão do setor industrial.** 2. ed. Rio de Janeiro, Departamento de Assistência à Média e Pequena Indústrias, 1980. V. 2, 191p.
- DE JANVRY, A. The generalized power production function. **Am. J. Agric. Econ.**, Menasha, 52(2):234-7, May, 1972.
- FERGUSON, C.E. **Microeconomia.** 2. ed. Rio de Janeiro, Forense, 1978. 615p.
- LIMA, J. E. de. **Relações econômicas em uma fase de crescimento de novilhas em três graus de sangue.** Viçosa-MG, UFV, 1971. 62p. Tese MS.
- MINAS GERAIS, Conselho Estadual de Energia de. **Balço energético estadual 1978-1982.** Belo Horizonte, CEMIG, 1984, 141p.
- ROCHA, J. **Análise econômica da engorda de bovinos em confinamento através da superfície de resposta Ulveling-Fletcher.** Viçosa, UFV, 1972. Tese MS.
- SILVA, S. O. da et alii. Indústria da cal: mercado tradicional para produtores de lenha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MARKETING RURAL, I, Lavras, 1984. **Extratos dos trabalhos para debates.** Lavras, ESAL, 1984. p. 59-70.
- STIGLER, G. J. **Teoria dos preços: análise microeconômica.** 2. ed. São Paulo, Atlas, 1970. 558p.
- ULVELING, E. F. & FLETCHER,
- ULVELING, E. F. & FLETCHER, L. B. A Cobb-Douglas production with variable returns to scale. **Am. J. Agric. Econ.** Menasha, 52(2):322-30, May, 1970.