

Determinantes da demanda de madeira em toras para celulose no Brasil

Determinants of Brazil's demand of pulpwood

Humberto Ângelo¹, Alexandre Nascimento de Almeida² e André Luiz Marques Serrano³**Resumo**

A indústria de celulose está em franca expansão no Brasil. No entanto, apesar da importância das florestas plantadas, como principal insumo para a indústria de celulose e outros produtos, o mercado de madeira em tora tem sido pouco estudado no País. O objetivo deste trabalho foi o estudo da demanda de madeira em tora para a produção de celulose no Brasil no período de 1988 a 2007, utilizando ferramentas econométricas. Os resultados mostram que as variáveis, preço da madeira em tora e capacidade instalada da indústria de celulose, explicam a demanda de madeira em tora com bons resultados econométricos. Essa demanda é inelástica a variações de preços e elástica a dimensões da capacidade instalada, o que está coerente com as estimativas internacionais feitas sobre a demanda de madeira em tora e com a importância que a madeira tem para a indústria de papel e celulose no Brasil.

Palavras-Chave: Madeira em toras para polpa de celulose, Demanda, Econometria

Abstract

The pulp industry is expanding in the country. However, in spite of the importance of the planted forests as main source for the pulp industry and other products, pulpwood for the cellulose market has received little attention in Brazil. Therefore, the objective of this research is the study of the pulpwood demand in Brazil from 1988 to 2007, using econometric tools. The results show that pulpwood price and the installed capacity of the pulp industry explain the pulpwood demand with good econometric results. The pulpwood demand is inelastic to price fluctuations and elastic to installed capacity. These results are consistent with the international estimates and they also confirm the importance of pulpwood as an input for the Brazilian pulp industry.

Keywords: Pulpwood, Demand, Econometrics

INTRODUÇÃO

A indústria de celulose está em franca expansão no Brasil. A produção alcançou 12,7 milhões de toneladas no ano de 2008 – um crescimento de 5,8% em relação ao ano anterior. O valor total das exportações da polpa de celulose passou de US\$ 3,0 bilhões em 2007 para US\$ 3,9 bilhões em 2008 (BRACELPA, 2009). Parece muito, mas é pouco perto do mercado mundial, de US\$ 190 bilhões; além disso, esse mercado está em expansão constante, com crescimento médio da ordem de 2% ao ano (VAZ, 2008).

Em 2008, o segmento de celulose e papel apresentava uma área de aproximadamente 1,7 milhão de hectares de florestas plantadas, dos quais: 1,3 milhão ha (78,7%) eram de eucalipto;

343,7 mil ha (0,8%) de outras espécies. Empresas desse segmento detêm 2,8 milhões ha de áreas de preservação permanente e reserva legal, excedendo o disposto pela legislação ambiental brasileira. O setor de papel e celulose Exportações, em 2008, exportou US\$ 5,8 bilhões, com saldo comercial de US\$ 4,1 bilhões, o que representa 16,7% do saldo da balança comercial do Brasil. O setor de celulose e papel gera 114 mil empregos diretos e 500 mil empregos indiretos (BRACELPA, 2009).

Apesar da importância das florestas plantadas de pinus e eucalipto como principal insumo para a indústria de celulose e outros produtos, o mercado de madeira em tora, seja para celulose ou para outros fins, tem sido pouco estudado no Brasil. Tendo em vista essa constatação, este trabalho trata do mercado de madeira para pro-

¹Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília – Caixa Postal 04357 – Asa Norte – 70919- 970 – Brasília, DF – E-mail: humb@unb.br

²Doutorando em Ciências Florestais na Universidade Federal do Paraná – Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – 80210-170 – Curitiba, PR – E-mail: alexfloresta@pop.com.br

³Doutorando em Economia no Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília – Caixa Postal 04357 – Asa Norte – 70919- 970 – Brasília, DF – E-mail: andrelms@unb.br

dução de celulose – em especial, a demanda por madeira em toras para a produção de celulose no Brasil – no período de 1988 a 2007.

Há na literatura alguns trabalhos que tratam do mercado de madeira em tora para celulose, os quais se referem à realidade dos Estados Unidos e Países Nórdicos, como os de Leuschner (1973), Adams (1975), Brännlund *et al.* (1985), Kuuluvainen (1986), Newman (1987), Carter (1992), Hetemäki e Kuuluvainen (1992) e Polyakov *et al.* (2005).

Para a demanda de madeira, é esperada uma resposta inelástica ao preço, em virtude de a madeira em tora para produção de papel ter poucos substitutos e ter dificuldade de ampliar seu uso em uma maior diversidade de fins, exceto para energia e painéis reconstituídos.

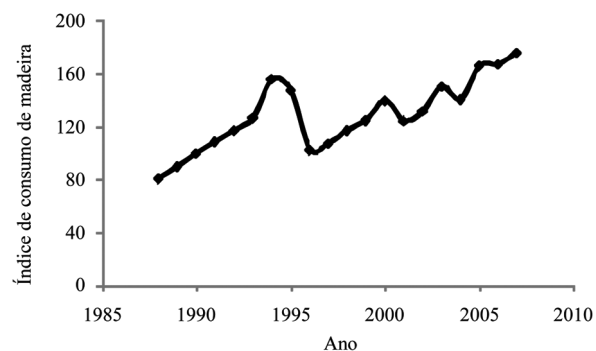
De acordo com Almeida (2006), a estimativa de elasticidade-preço para a demanda de madeira em tora de pinus para o processamento mecânico no Estado do Paraná encontra-se no patamar de -0,55, sendo semelhante à encontrada nos Estados Unidos (Tabela 1). Já na Suécia e Finlândia as estimativas de elasticidade-preço da demanda estão próximas da unidade (NEWMAN, 1987; KUULUVAINEN, 1986; DANIELS e HYDE, 1986; BRÄNNLUND *et al.*, 1985; STIER, 1980; MONTGOMERY *et al.*, 1975). A maior elasticidade nos países nórdicos deve-se, provavelmente, a uma maior concorrência pela madeira nas diversas indústrias de base florestal (energia, celulose e processamento mecânico).

Com exceção do trabalho de Wiecheteck (2001), os valores de elasticidade-preço da demanda de madeira em tora ficaram abaixo da unidade, caracterizando uma demanda inelástica. Não foi explicado pelo autor o motivo de se ter encontrado um valor bem superior aos observados na literatura.

Evolução do consumo de madeira em tora para celulose

Com base nos dados do IBGE (2008), o consumo de madeira em tora do mercado pela indústria de celulose e papel cresceu cerca de 217% em 20 anos, passando de 26,7 milhões em 1988 para 57,9 milhões de metros cúbicos em 2007. Esse crescimento não foi contínuo ao longo do período estudado, e foram constatadas reduções nos anos de 1995 e 1996. A partir de 1997, uma tendência firme de crescimento é observada. Na última década, o aumento do consumo de toras nessa indústria foi da ordem de 164%, em razão, principalmente, de um crescimento das exportações na primeira metade da década de 2000, com forte desvalorização cambial, concomitante a um grande crescimento mundial, liderado pela China.

Algumas interrupções no crescimento do consumo de toras de mercado podem ser explicadas por alterações em algumas variáveis que o afetam, em especial: variabilidade na dependência de madeira do mercado pelas indústrias de papel e celulose, preço da pasta de celulose no mercado internacional e magnitude da capacidade instalada (Figura 1).



Fonte: IBGE (2008).

Figura 1. Evolução do consumo de madeira em toras no período de 1987 a 2007, 1990 = 100.

Figure 1. Evolution of the pulpwood demand in the period of 1987-2007, 1990 = 100.

Tabela 1. Síntese de alguns trabalhos sobre estimativas da demanda de madeira em tora na Europa, Estados Unidos e América Latina.

Table 1. Synthesis of some papers on the estimate of pulpwood demand in Europe, United States and Latin America.

Fonte	Localização	Elasticidade-Preço na Demanda
Almeida (2006)	Paraná	-0,55
	Brasil – Região Sul	-2,18
Wiecheteck (2001)	Chile	-1,38
	Argentina	-4,87
Newman (1987)	EUA – Região Sul	-0,57
Kuuluvainen (1986)	Finlândia	-0,91
Daniels e Hyde (1986)	EUA – Carolina do Norte	-0,03
Brännlund <i>et al.</i> (1985)	Suécia	-0,99
Stier (1980)	EUA	-0,37
Montgomery <i>et al.</i> (1975)	EUA - Georgia	-0,13

Fonte: Almeida (2006).

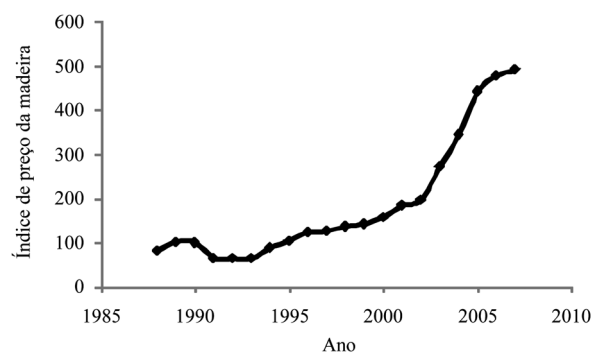
Entretanto, a abrupta queda entre 1994 e 1996 possivelmente não seja explicada por variáveis correntes do mercado, e sim por alguma mudança estrutural do período. No tocante a modificações bruscas, além do plano real, destaca-se que essa queda ocorreu em um período, aproximadamente, de colheita de madeira para polpa, após o fim da política dos incentivos fiscais (1966-1987). O fim dessa política, provavelmente, fez com que muitos investidores florestais não verticalizados com a indústria deixassem de plantar, e isso obrigou as empresas de papel e celulose a depender mais de plantios próprios e consumir um volume menor de madeira do mercado. Em outras palavras, essa queda não se deve necessariamente a uma diminuição do consumo de madeira em tora, e sim a uma queda do consumo de madeira do mercado pelas fábricas de celulose.

Evolução do preço da madeira em tora

O preço da madeira em tora para a produção de celulose é afetado por diversas variáveis, destacando-se: a cotação internacional da celulose; o desequilíbrio entre a oferta e a demanda, o que é apelidado no setor de "apagão florestal"; a distância do povoamento à fábrica; o poder oligopsônico das indústrias de celulose; os impostos e subsídios incidentes; e o aumento da concorrência gerado pelo crescimento da indústria de painéis reconstituídos (LEUSCHNER, 1973; ADAMS, 1975; BRÄNNLUND *et al.*, 1985; KUULUVAINEN, 1986; NEWMAN, 1987; CARTER, 1992; HETEMÄKI e KUULUVAINEN (1992; POLYAKOV *et al.*, 2005).

Há tendência clara de aumento dos preços reais da madeira em tora ao longo do período estudado (Figura 2), após um curto período de estabilidade e ligeira alta ocorrida na década de 1990. Nos anos 2000, uma forte alta dos preços reais é observada, havendo aumento de 313% em sete anos, passando de R\$ 15,21 em 2000 para R\$ 47,56 o metro cúbico em 2007 (IBGE, 2008).

Essa elevação recente, entre outros fatores, é explicada por: expansão da economia internacional e das exportações de celulose; aumento das exportações do processamento mecânico e consequente aumento da concorrência por madeira; efeito da substituição das madeiras da Amazônia pela de reflorestamento devido às restrições ambientais; e aumento da procura da madeira de floresta plantada para outros usos, como energia e indústria de painéis (ALMEIDA, 2006).



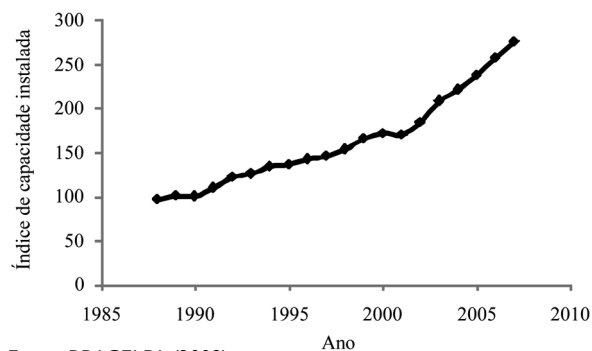
Fonte: IBGE (2008)

Figura 2. Evolução dos preços da madeira em tora para produção de celulose no período de 1987 a 2007, 1990=100.

Figure 2. Evolution of the pulpwood prices in the period from 1987 to 2007, 1990 = 100.

Evolução da capacidade instalada

A expansão da capacidade instalada apresentou nítida tendência de alta ao longo de todo o período estudado (Figura 3); nos últimos dez anos, o crescimento do setor chega a 179%. A produção de celulose em 1988 era da ordem de 6,7 milhões, passando em 2007 para 11,9 milhões de toneladas (BRACELPA, 2008).



Fonte: BRACELPA (2008)

Figura 3. Evolução da capacidade instalada da indústria de celulose no período de 1987 a 2007, 1990 = 100.

Figure 3. Evolution of installed capacity of the pulp industry in the period of 1987-2007, 1990 = 100.

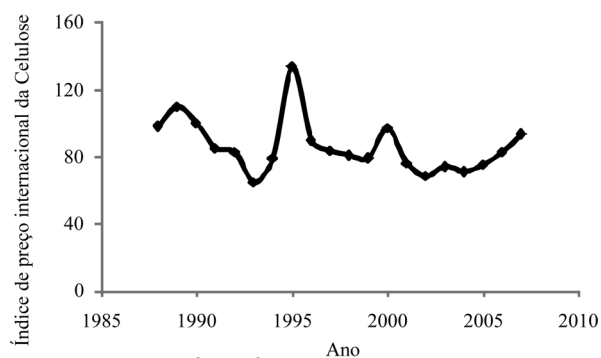
A importância da capacidade instalada no consumo de madeira é citada na literatura por Polyakov *et al.* (2005) e Leuschner (1973). Esses autores mencionam que muito mais importante do que o preço da madeira para o setor papelero e de chapas é a garantia do suprimento de matéria-prima, já que a produção dessas empresas requer altos custos fixos na instalação de suas fábricas. Logo, os seus administradores devem assegurar que elas operem continuamente. Estudos quantitativos dos referidos autores, relativos ao mercado de madeira para celulose, mostraram a pouca

importância do preço da madeira na determinação da demanda, sendo propostos modelos apenas com a capacidade instalada como principal variável explicativa.

Outras variáveis que afetam o consumo de madeira em toras

Além do preço da madeira e da capacidade instalada, outra variável referente ao mercado externo pode ser considerada determinante do consumo de madeira pelas empresas de papel e celulose, visto a vocação exportadora dessa indústria: o preço da celulose recebido pelos exportadores. De acordo com a Bracelpa (2009), a produção brasileira de celulose em 2008 totalizou 12,7 milhões de toneladas; nesse mesmo ano, o Brasil exportou 7,0 milhões de toneladas, cerca de 58% de sua produção.

O que se espera, a princípio, é que o aumento dos preços recebidos pelos produtores de celulose implique aumento das exportações e consequente aumento no consumo de madeira. De fato, entre 1988 e 2007 há aumento do valor das exportações do setor de celulose e papel. Um incremento acelerado a partir de 1998 é verificado, quando o valor exportado saltou de 2,0 bilhões de dólares para 5,8 bilhões em 2009 (BRACELPA, 2009).



Fonte: IPEADATA (2008)

Figura 4. Evolução do índice de preço da celulose recebido pelos exportadores no período de 1988 a 2007, 1990=100.

Figure 4. Evolution of pulp price index received by the exporters in the period 1988 to 2007, 1990=100.

Na Figura 4 observa-se uma tendência de crescimento do preço pago pela celulose no período de 2001 a 2007, provavelmente influenciado pelo forte crescimento mundial nos últimos anos. Segundo Ferreira (2009), o crescimento mundial nos últimos 10 anos foi uma quebra de paradigma. Segundo esse autor, o mundo vinha crescendo a taxas muito acima da média histórica, sobretudo em um grupo limitado de países do leste da Ásia (Chi-

na, Índia, Malásia e outros), que cresciam acima de 8% ao ano, em média. Mesmo os países desenvolvidos estavam num ritmo bem superior a 1,5% e 2%, que é a média histórica dos últimos 150 anos.

MATERIAL E MÉTODO

Material

Os dados utilizados são anuais e compreendem o período de 1988 até 2007, sendo as observações expressas em índices, baseados em 1990 (1990 = 100). A evolução dos índices de consumo de madeira em tora (Q), do preço da madeira (P), da capacidade instalada da indústria de celulose (K) e do preço da celulose no mercado internacional (IPC) é apresentada na Tabela 2, em valores nominais.

O preço pago pela celulose foi obtido pela razão entre o valor e quantidade produzida de madeira em tora para celulose para o Brasil (IBGE, 2008). Trata-se de um estudo agregado para a indústria de celulose, em que não é discriminada a espécie: pinus ou eucalipto. Conforme Almeida (2006), em trabalhos quantitativos é comum utilizar índices de quantidade e preço que agregam diversos bens. A princípio, não há nenhum problema, contanto que estes respeitem os objetivos propostos e sejam avaliados com responsabilidade.

Tabela 2. Dados usados na análise, no período de 1988 a 2007 (número-índice).

Table 2. Data used in the analysis, in the period 1988-2007 (index number).

Ano	Q	P	K	IPC
1988	81,00	81,78	96,31	98,11
1989	90,00	101,45	100,44	109,47
1990	100,00	100,00	100,00	100,00
1991	108,77	63,66	109,81	84,84
1992	117,24	64,18	121,86	82,45
1993	126,66	63,77	125,74	64,42
1994	155,95	88,41	133,96	79,00
1995	147,52	104,55	136,42	133,69
1996	102,44	123,71	142,52	89,62
1997	107,31	126,29	145,51	83,44
1998	117,28	136,54	153,68	80,72
2000	139,62	157,45	171,52	96,87
2001	124,42	184,37	170,35	76,03
2002	131,56	197,00	184,34	68,37
2003	150,31	272,26	208,43	73,97
2004	140,46	344,20	221,09	70,92
2005	165,99	442,34	237,92	75,04
2006	167,25	478,67	256,94	82,37
2007	175,62	492,34	275,74	93,49

Fonte: IBGE (2008), BRACELPA (2008) e IPEA (2008).

A série capacidade instalada refere-se à produção total de celulose construída a partir dos dados publicados pela Bracelpa (2008). As séries de preço da celulose no mercado internacional foram elaboradas a partir do banco de dados do IPEADATA (2008).

Método

O modelo econométrico proposto para explicar a demanda de madeira em tora pela indústria de celulose foi conforme a equação 1:

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln K_t + \beta_3 \ln IPC_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que Q representa consumo de madeira em tora para celulose; P, o preço da madeira em tora para celulose; K, a capacidade instalada da indústria de celulose; IPC, o preço da celulose brasileira no mercado internacional; e ε_t , o erro estocástico.

A opção pela forma logarítmica deu-se por questões de conveniência empírica, pois possibilita obtenção direta das elasticidades. Segundo Koutsoyiannis (1978), na maioria dos casos a teoria econômica não mostra explicitamente a forma matemática das relações econômicas. Devido à incerteza da teoria econômica a esse respeito, tem-se tornado uma prática usual para o economista experimentar várias formas (linear, não linear) e então escolher, entre os vários resultados, aquele que é julgado o mais satisfatório em base de certos critérios estatísticos e econométricos. Contudo, esses procedimentos são exploratórios e, portanto, optou-se pela forma logarítmica em razão da simplicidade em obter as elasticidades diretamente.

A escolha da capacidade instalada como variável explicativa pautou-se nos trabalhos de Leuschner (1973), Polyakov *et al.* (2005), Carter (1992) e Hultkrantz e Aronsson (1989)

O índice de preço da celulose (IPC) mede os preços recebidos pelos exportadores e busca demonstrar que um aumento no preço da celulose reflete numa expansão do consumo de madeira para celulose. A utilização dessa variável foi de acordo com Hetemäki e Kuvluvainen (1992).

Conforme a lei da demanda, o preço (Pt) influencia de forma inversa o consumo de madeira em tora. Para a capacidade instalada (Kt) é esperada uma relação direta, em que uma expansão ou aumento do seu nível de utilização leva a um aumento do consumo de madeira. Para o preço da celulose no mercado internacional (IPCt), a expectativa é de que um aumento

no preço internacional da celulose leve os produtores a demandarem mais madeira para se beneficiarem do aumento de preço nas exportações de celulose. Logo, a especificação teórica sugere que os sinais dos coeficientes sejam $\beta_1 < 0$; β_2 e $\beta_3 > 0$, justificando a consideração do teste t unicaudal.

Para escolha do método econométrico de estimação do modelo, é necessário determinar a identificação da equação. Como os produtores de toras são tomadores de preço, todas as variáveis do lado direito da equação podem ser consideradas predeterminadas. Assim, a equação 1 é superidentificada pelos critérios de ordem e de rank, conforme descrito em Gujarati (2000). Nesse caso, o modelo pode ser estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Desconsiderou-se o método de equações simultâneas e uma possível relação de simultaneidade entre preço e quantidade, em razão de o mercado de madeira para polpa de celulose encontrar-se em uma estrutura de mercado concentrada.

Outra hipótese testada no modelo – inerente a qualquer modelo de regressão – foi a inexistência de problemas de multicolinearidade, autocorrelação, heteroscedasticidade e especificação. Esses problemas foram avaliados por meio do indicador do Fator de Inflação da Variância (FIV), já que não existe um teste formal para avaliar multicolinearidade, e pelos testes d de Durbin-Watson (autocorrelação), BPG (heteroscedasticidade) e RESET (especificação) a 10% de significância. A escolha dos testes d, BPG e RESET deve-se à sua ampla popularidade. Conforme sugestão de Gujarati (2000), em caso de o teste d situar-se na zona de indecisão, pode-se aplicar o teste de Geary (1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação estimada está reproduzida na Tabela 3. Os valores encontrados para o coeficiente de determinação (R^2), para os testes t e F e demais estatísticas são dados para a equação estimada.

Os coeficientes apresentaram os sinais esperados, ou seja, foi encontrada relação indireta com o preço e direta com a capacidade instalada e preço da celulose no mercado internacional. Exceto para o preço da celulose no mercado internacional (IPCt), que foi estatisticamente significativa em nível de 8%, todas as outras variáveis foram significativas, com um nível de significância inferior a 1%.

Tabela 3. Parâmetros estimados da demanda de madeira em tora para celulose, com dados anuais.
Table 3. Estimated parameters of pulpwood demand with annual data.

Período	Constante	lnP	lnK	lnPC	R ² _{aj}	F	d
1988-07	-0,76	-0,30	1,2	0,24	0,75	19,33	1,29
Teste t	-0,59	-2,73	4,88	1,43			
p	0,57	0,02	0,01	0,17			
FIV		8,68	9,65	1,37			

O coeficiente de determinação ajustado (R²_{aj}) indica que 75% da variância da demanda de madeira em tora para papel e celulose é explicada pelo modelo.

O teste F rejeita a hipótese conjunta de que todos os coeficientes são simultaneamente iguais a zero em um nível de significância inferior a 1%.

Os indicadores FIV estiveram abaixo do que Gujarati (2000) sugere como índice de multicolinearidade (valor de FIV superior a 10).

O teste d não permitiu fazer qualquer julgamento sobre o problema de autocorrelação, pois o valor calculado para d (1,29) está na zona de indecisão do teste. No entanto, o teste de Geary (1970) confirmou a ausência de autocorrelação a 5% de probabilidade.

Os testes de BPG e RESET rejeitaram, respectivamente, problemas de heteroscedasticidade e especificação a 1% de significância.

O preço da madeira em tora apresentou impacto extremamente baixo na demanda de madeira. Caso o índice de preço aumente em um ponto percentual, a quantidade demandada decresce 0,29 ponto percentual. A estimativa de elasticidade-preço da demanda de madeira em toras para celulose foi da ordem de -0,29, caracterizando a demanda altamente inelástica. Esse fator reflete a baixa influência do preço na demanda de madeira pela indústria de papel e celulose, visto que esta é uma indústria com alto custo fixo e sua produção não é muito sensível a oscilações do preço da madeira.

A elasticidade-preço encontrada para o Brasil assemelha-se aos valores encontrados por Stier (1980) e Montgomery *et al.* (1975) nos Estados Unidos. Por outro lado, Leuschner (1973) e Polyakov *et al.* (2005) não encontraram relação com o preço da madeira e sugeriram modelos apenas com a capacidade instalada como principal variável explicativa. Nesse aspecto, sugerem-se outras pesquisas para um melhor entendimento do efeito do preço da madeira para celulose no mercado brasileiro, uma vez que raros são os trabalhos quantitativos para o setor no País.

A capacidade instalada (K) influenciou significativamente a demanda de tora, onde o sinal foi o esperado pela teoria. Caso o uso da capacidade instalada da indústria aumente em 1%, a demanda por madeira aumenta em 1,17%. Esse fato indica que nos períodos de "boom" da economia e de expansão da indústria de celulose há aumento da demanda por madeira, de acordo com o esperado pela teoria. Leuschner (1973) realizou uma análise econométrica do mercado de madeira para celulose em Wisconsin (EUA), utilizando dados anuais no período de 1948 a 1969. Foi considerada apenas a variação da capacidade instalada como variável para explicar a demanda, não sendo apreciado o preço da madeira, em razão dos altos custos de operação das fábricas de papel e celulose. Isso levou à conclusão de que, em curto prazo, a demanda por madeira em polpa não flutua com o preço.

Deve ser acrescentado que muito mais importante do que o preço da madeira para o setor papelheiro e de chapas é a garantia do suprimento de matéria-prima, já que a produção dessas empresas requer altos custos fixos na instalação de suas fábricas. Consequentemente, os seus administradores devem assegurar que elas operem continuamente.

O preço da celulose no mercado internacional, testada como variável explicativa apresentou efeito estatisticamente significativo na demanda de madeira, isto é, mantidos os demais fatores constantes, a cotação internacional contribuiu para um aumento da demanda de madeira. A ordem de grandeza esperada foi que, para um aumento de 1% no preço internacional da celulose, a demanda de madeira em tora aumenta em 0,24%. A significância dessa variável indica que oscilações na demanda de madeira dependem das flutuações do preço da celulose no mercado internacional, embora em magnitude modesta.

Pode-se sintetizar que a demanda de madeira em tora pela indústria de celulose pode ser explicada pelo preço da madeira em tora, pela capacidade instalada e pela cotação de celulose no mercado internacional.

CONCLUSÕES

A equação estimada tem implicações importantes para o mercado de madeira em tora destinada à produção de celulose e constitui um bom instrumento para o setor na tomada de decisões.

Ela indica que o preço da madeira tem pouca influência na quantidade demandada de madeira pelas fábricas de celulose e demonstra que o uso da capacidade instalada e a cotação da celulose no mercado internacional contribuíram para explicar o comportamento da demanda da madeira em tora para produção de celulose.

A elasticidade-preço da demanda da madeira em tora destinada ao fabrico de celulose é da ordem de -0,29, ou seja, uma demanda inelástica.

O uso da capacidade instalada e a cotação do preço da celulose no mercado internacional foram significativos estatisticamente. Contudo, o preço de celulose no mercado externo, tal como o preço da tora, não é de grande influência na demanda de tora, visto as baixas elasticidades estimadas para essas variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D.M. A model of pulpwood production and trade in Wisconsin and the Lake States. *Forest Science*, Madison, v.21, n.3, p.301-312, 1975.
- ALMEIDA, A.N. **Estudo econométrico da demanda e oferta de madeira em tora para o processamento mecânico no Estado do Paraná**. 2006. 217p. Tese (Doutorado em Economia e Política Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Anuário estatístico**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/anual/rel2008.pdf>>. Acesso em: 31/08/2009.
- BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Setor de celulose e papel: BCP-RM17/DEST**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/booklet/junho2009.pdf>>. Acesso em: 31/08/2009.
- BRÄNNLUND, R.; JOHANSSON, P.O.; LOFGREN, K.G. An econometric analysis of aggregate sawtimber and pulpwood supply in Sweden. *Forest Science*, Madison, v.31, n.3, p.595-606, 1985.
- CARTER, D.R. Effects of supply and demand determinants on pulpwood stumpage quantity and price in Texas. *Forest Science*, Bethesda, v.38, n.3, p.652-660, 1992.
- DANIELS, B.J.; HYDE, W.F. Estimation of supply and demand for North Carolina's timber. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.14, p.59-67, 1986.
- FERREIRA, P.C. O crescimento do Brasil antes da crise não era sustentável. *O Globo*, 15 de março de 2009. Disponível em: <<https://conteudoclippingmp.planejamento.gov.br/cadastros/noticias/2009/3/15/crescimento-do-pais-antes-da-crise-nao-era-sustentavel/>>. Acesso em: 20/8/2009.
- GEARY, R.C. Relative efficiency of count of sign changes for assessing residual autoregression in least squares regression. *Biometrika*, Cambridge, v.57, p.123-127, 1970.
- GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. 3.ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 846p.
- HETEMÄKI, L.; KUULUVAINEN, J. Incorporating data and theory in roundwood supply and demand estimation. *American Journal of Agricultural Economics*, Ames, v.74, n.4, p.1010-1018, 1992.
- HULTKRANTZ, L.; ARONSSON, T. Factors affecting the supply and demand of timber from private nonindustrial lands in Sweden: an econometric study. *Forest Science*, Bethesda, v.35, n.4, p.946-961, 1989.
- IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico brasileiro**. Rio de Janeiro: Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, Pesquisa Produção Vegetal e da Silvicultura, 2008.
- IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **IPEADATA**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?580696171>>. Acesso em: 20/12/2008.
- KOUTSOYIANNIS, A. **Theory of econometrics**. 2.ed. New Jersey: Barnes & Noble Books, 1978. 683p.
- KUULUVAINEN, J. An econometric analysis of the sawlog market in Finland. *Journal of World Forest Resource Management*, Amsterdam, v.2, p.1-19, 1986.

- LEUSCHNER, W.A. An econometric analysis of the Wisconsin Aspen pulpwood market. **Forest Science**, Madison, v.19, n.1, p.41-46, 1973.
- MONTGOMERY, A.A.; ROBINSON, V.L.; STRANGE, J.D. An economic model of Georgia's long-run timber market. **Georgia Forest Research Council Report**, Atlanta, n.34, p.1-20, 1975.
- NEWMAN, D.H. An econometric analysis of the southern softwood stumpage market: 1950 1980. **Forest Science**, Bethesda, v.33, n.4, p.932-945, 1987.
- POLYAKOV, M.; TEETER, L.D.; JACKSON, J.D. Econometric analysis of Alabama's pulpwood market. **Forest Products Journal**, Madison, v.55, n.1, p.41-44, 2005.
- STIER, J.C. Technological adaptation to resource scarcity in the U.S. lumber industry. **Western Journal of Agricultural Economics**, Laramie, p.165-176, 1980.
- VAZ, I. O preço da devastação: Brasil quer ser o quarto maior produtor de celulose do mundo. **Correio Braziliense**. Disponível em: <<http://www.correiobraziliense.com.br/>>. Acesso em: 30/08/2008.
- WIECHETECK, M.S.S. **Spatial equilibrium analysis of conifer timber markets in southern brazil and in the other mercosur countries**. 2001. 237p. Tese (Doutorado em Economia Florestal) - Michigan State University, East Lansing, 2001.

Recebido em 22/05/2009
Aceito para publicação em 26/10/2009