

ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO MERCADO BRASILEIRO DE CELULOSE

Márcio Lopes da Silva¹
José Luiz Pereira de Rezende²
Orlando Monteiro da Silva³
Carlos Antônio Moreira Leite⁴

RESUMO

Dada a importância do setor de celulose e papel na economia brasileira, a significativa participação do Brasil no mercado mundial de celulose e a carência de estudos de mercado deste produto, esta pesquisa procurou especificar e estimar as relações estruturais do mercado brasileiro de celulose. Para isto, foram estimados modelos dinâmicos de oferta total, demanda interna e demanda de exportação, que expressam as relações do mercado a curto e longo prazos. Na oferta de celulose, foram obtidas elasticidades-preço de 0,11 e 0,18, a curto e longo prazos, respectivamente. Na demanda interna de celulose, foram obtidas elasticidades-preço de -0,12 e -0,18, a curto e longo prazos, respectivamente. Os valores encontrados indicam que tanto a oferta como a demanda são inelásticas com relação ao preço do produto. As elasticidades-renda foram de 1,14 e 1,17, a curto e longo prazos, respectivamente, concluindo-se que a demanda é mais sensível às variações na renda do que às variações no preço. Na demanda de exportação, os resultados foram semelhantes: as elasticidades-preço foram de -0,17 e -0,37, a curto e longo prazos, respectivamente, enquanto as elasticidades-renda foram de 0,67 e 1,14. Portanto, verificou-se, também, que a demanda de exportação é mais sensível às variações na renda dos países importadores.

1 INTRODUÇÃO

Em 1994, a produção nacional de celulose bateu recordes, tendo sido registrados 5,8 milhões de toneladas de celulose e pastas, superando a produção de 93 em 6,5%. As vendas domésticas da produção nacional, com a

1 Departamento de Engenharia Florestal da UFV/Viçosa/MG.

2 Departamento de Ciências Florestais da UFLA/Lavras/MG.

3 Departamento de Economia da UFV/Viçosa/MG.

4 Departamento de Economia Rural da UFV/Viçosa/MG.

inclusão do consumo próprio das empresas integradas, absorveram 76,7% da celulose produzida em 1994. As exportações foram da ordem de 2,1 milhões de toneladas de celulose e pastas. As importações somaram US\$ 456 milhões e foram 33,3% mais elevadas que as de 1993. Entraram, no País, 109 mil toneladas de celulose, principalmente de fibra branqueada, e 42 mil toneladas de celulose para dissolução e aparas (ANFPC, 1995).

No cenário mundial, o Brasil é o 7º produtor de celulose, posição esta que conseguiu com muito esforço, tendo os incentivos fiscais para reflorestamento, no final da década de 60 e na década de 70, dado uma enorme contribuição para consolidação do setor. Embora o Brasil tenha conquistado essa posição de destaque, sabe-se que a competição pelos mercados externos é grande, sendo necessário um bom conhecimento do comportamento do mercado, bem como da demanda e da oferta dos produtos, para garantir esta posição.

Observa-se, no entanto, uma relativa escassez de investigações atualizadas e inovadoras no setor. Poucos trabalhos econométricos têm sido feitos no Brasil, visando compreender melhor e fazer previsão sobre o comportamento do mercado de celulose, e mesmo de papel, interno e externo. Dentre eles, podem-se citar:

- Antunes (1992) utilizou uma série temporal para o período de 1970-1988 e empregou um modelo de ajustamento de estado, para estudar a dinâmica da demanda de papel e papelão no Brasil. Com dados de consumo *per capita*, renda *per capita* e preço real de papel e papelão, obteve o coeficiente de ajustamento de estoque (-0,31), classificando papel e papelão como bens duráveis de consumo. Concluiu que a demanda de papel e papelão era preço-inelástica, a curto prazo.
- Oliveira (1995) empregou um modelo de comércio internacional para analisar possíveis mudanças comerciais e estruturais do mercado internacional de celulose, considerando os principais países exportadores (Canadá, Estados Unidos, Suécia, Brasil e Finlândia) e os principais países importadores (Estados Unidos, Japão, Itália, Alemanha, França, Inglaterra e Bélgica). As elasticidades-preço parciais da demanda pela celulose do Canadá, dos Estados Unidos, da Suécia, do Brasil e da Finlândia indicaram uma demanda-inelástica pela celulose desses países. O autor analisou, ainda, diversos choques nas variáveis exógenas, tais como: mudança nos deslocadores da demanda e da oferta de celulose e cobrança de tarifas na importação de celulose pelos países europeus.

No âmbito internacional, podem-se citar os seguintes trabalhos:

- Buongiorno (1978) estimou elasticidades-renda e preço, a curto e longo prazos, para demanda de papel de imprensa, papel de imprimir e escrever e outros papéis e papelão. Estimou modelos estáticos e dinâmicos para

dados de série temporal e seção-cruzada de 43 países, no período de 1963-1973. O modelo dinâmico apresentou melhores ajustes, além de fornecer elasticidades a curto e longo prazos. As elasticidades a longo prazo foram superiores à unidade, exceto para papel de imprensa. A demanda de todos os produtos apresentou-se preço-inelástica. Para todos os três grupos de produtos, o ajustamento da demanda foi mais lento em países de baixa renda, quando comparado ao verificado nos países de alta renda.

– Singh, Nautiyal (1986) analisaram a natureza dos hábitos de consumo de produtos de papel e papelão no Canadá, cobrindo o período de 1961-1982, e estimaram elasticidades-renda e preço, a curto e longo prazos. Foram considerados cinco tipos de produtos:

- i) papel de imprensa;
- ii) papel de imprimir e escrever;
- iii) papéis para fins sanitários e domésticos;
- iv) papéis de embalagens;
- v) papelão.

Os autores utilizaram três formulações de modelos dinâmicos de demanda:

- a) modelo de ajustamento de estado;
- b) modelo de ajustamento de fluxo;
- c) modelo de expectativas adaptativas.

Os resultados mostram a superioridade dos modelos dinâmicos, em termos de ajuste. O consumo de todos estes produtos, no Canadá, foi renda-elástico, exceto para papel de imprimir e escrever e papelão, que foi preço-elástico, a longo prazo.

Baudin, Lundberg (1987) desenvolveram um modelo mundial de demanda de papel que abrange uma ampla amostra dos países com variado nível de desenvolvimento econômico. Partindo de um modelo simples com dados de seção-cruzada, em que o consumo no País é função do PIB e preço real, propuseram uma extensão no modelo, incluindo uma dinâmica de ajustamento na demanda (pela variável dependente defasada). Posteriormente, incluíram uma variável *dummy*, para determinar a demanda de um país específico. A variável tendência foi introduzida para captar mudanças nos hábitos dos leitores, nas estruturas dos anúncios e na mídia, nos pacotes tecnológicos *etc*. Incluíram uma variável *dummy*, pressupondo que a elasticidade-renda da demanda não era constante, mas decrescente com o nível de renda; assim, o crescimento da demanda de papel é mais alto para aqueles países com baixo nível de renda.

A análise econométrica do mercado torna-se a cada dia mais importante na economia moderna, pela necessidade de se conhecer as respostas, a curto e longo prazos, do sistema econômico às diversas mudanças a ele impostas, das mais variadas formas. Uma avaliação das possíveis consequências das políticas adotadas é fundamental antes que elas sejam tomadas, sendo necessário o embasamento teórico, que permite a avaliação sistemática de tais resultados (Barros, 1987). Neste aspecto, considerando a importância e as peculiaridades do setor, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo do mercado de celulose. Especificamente, pretendeu-se:

- i) especificar e estimar as relações estruturais do mercado brasileiro de celulose, interno e de exportação, obtendo-se um modelo capaz de representar a estrutura e a dinâmica do mercado;
- ii) verificar o efeito das diversas variáveis que possam afetar a oferta, a demanda interna e a demanda de exportação;
- iii) analisar as relações do mercado, a curto e longo prazos.

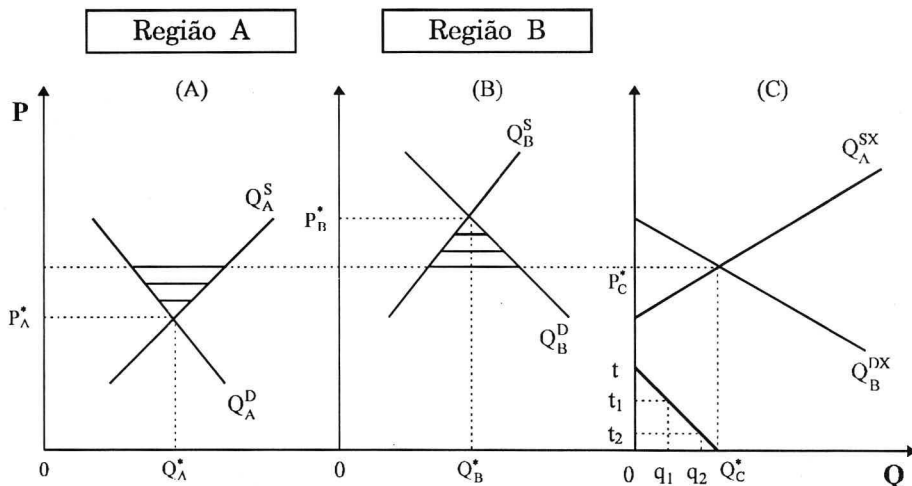
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Modelo teórico

2.1.1 Modelo de equilíbrio espacial

A teoria do comércio inter-regional fornece um esquema de análise das condições nas quais se atinge o equilíbrio de preços de dois produtos produzidos em duas regiões distintas, em condições diferentes de custos de produção. Esse é o chamado modelo de equilíbrio espacial de preços, cuja base é a noção das vantagens comparativas (Samuelson, 1975). Esse modelo mostra que a existência de intercâmbio entre duas regiões, para um dado produto, modifica substancialmente as condições de equilíbrio de mercado subjacente a essas regiões, quando não há integração; a Figura 1 resume essas relações. Suponha-se, inicialmente, que as regiões A e B sejam isoladas uma da outra. Nessas condições, é provável que prevaleçam preços de equilíbrio distintos, ou seja, $P_A^* \neq P_B^*$, em que P_A^* é o preço de equilíbrio na região A e P_B^* é o preço de equilíbrio na região B. Vários fatores podem acarretar a diferença de preços. Na Figura 1, tem-se que $P_A^* < P_B^*$, o que demonstra que a região A tem vantagem comparativa na produção do bem em questão. Se não há barreiras no comércio inter-regional, é possível a existência de um nível de preços P_C^* , compatível com o excesso de demanda, na região B, dado pela área destacada em B, e com o excesso de oferta na região A, medido pela área destacada em A.

Figura 1
 CONDIÇÕES DE AJUSTAMENTO
 DAS QUANTIDADES TRANSACIONADAS
 ENTRE DUAS REGIÕES INTEGRADAS COMERCIALMENTE



Se não há barreiras ao comércio inter-regional, inicialmente os comerciantes da região B observarão a possibilidade de, descontados os custos de transferência, obterem maiores lucros comprando o produto na região A e vendendo-o em B, até que prevaleça um único preço, que equilibre os mercados A e B, simultaneamente, em nível P_C^* . O efeito da abertura de comércio entre duas regiões distintas é estabelecer um único mercado, ampliado, com nível de preços de equilíbrio único, tal como ilustrado em C. Observam-se também, na parte C, os efeitos do ajustamento final, quando os custos de transferência são considerados. Como se pode observar, a inclusão dos custos de transferência leva a uma redução no volume do comércio entre as regiões A e B.

Deriva-se a curva Q_A^{SX} , do diagrama C, observando o que acontece com o excesso de oferta na região A, quando varia o preço de equilíbrio, ou seja, essa curva simboliza a propensão a exportar da região A. Essa curva deve interceptar o eixo das ordenadas, quando $P = P_A^*$. De modo análogo, deriva-se a curva Q_B^{DX} , observando o que acontece com o excesso de demanda da região B, quando varia o preço de equilíbrio dos dois mercados. A curva Q_B^{DX} reflete a propensão a importar da região B. Com efeito, essa curva deve interceptar o eixo de ordenadas, quando $P = P_B^*$. A interseção das curvas de

excesso de oferta e excesso de demanda determina o preço que equilibra os dois mercados (P_C^*) e a quantidade de equilíbrio (Q_C^*). A parte inferior da Figura 1, correspondente ao diagrama C, representa, ainda, as condições nas quais pode haver mudanças nos valores de equilíbrio, incluindo custos de transferência (t) e efeitos de suas modificações, em que $t = P_B^* - P_A^*$.

As relações de equilíbrio que ocorrem no mercado de celulose são ilustradas na Figura 1, em que as regiões A e B representam, respectivamente, o Brasil e o Resto do Mundo, e P e Q são, respectivamente, o preço e a quantidade do produto, nos vários mercados. P^* e Q^* são, respectivamente, os preços e as quantidades de equilíbrio. Q^S , Q^D e Q^{DX} são, respectivamente, a oferta total, a demanda interna e a demanda de exportação do produto.

2.2 Modelo empírico

O modelo econométrico proposto para estimar as relações estruturais do subsetor de celulose compõe-se de três equações: oferta total, demanda interna e demanda de exportação. No Quadro 1, é apresentado o modelo estrutural, para o subsetor de celulose, com as variáveis explicativas e os respectivos sinais esperados para seus coeficientes. No Quadro 2, é apresentada a descrição das variáveis endógenas e das possíveis variáveis exógenas do modelo de celulose.

Quadro 1

MODELO ESTRUTURAL PARA O SUBSETOR DE CELULOSE DO BRASIL

1) OC =	f(A6,	OC1,	PIC,	PME,	PCL,	PMAD,	SM,	RISC,	TJ,	CIC,	T)
	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-/+))	(-)	(+)	(+)
2) DIC =	f(DIC1,	PIC,	PIBP,	TJ,	PME,	PCL,	PMAD,	RISC,	CIP,	T)	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-/+))	(+)	(+)	
3) DEC =	f(DEC1,	PEC,	PIB2,	PEP,	TC,	T)					
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)					
4) Equilíbrio:	OC = DIC + DEC										

Quadro 2

DESCRIÇÃO DAS POSSÍVEIS VARIÁVEIS ENDÓGENAS E EXÓGENAS DO SUBMODELO DO MERCADO DE CELULOSE DO BRASIL

Variáveis	Descrição	Unidade
Endógenas*		
OC	Oferta de celulose	1000 t
DIC	Demanda interna de celulose	1000 t
DEC	Demanda externa de celulose	1000 t
Exógenas		
A(t-6)	Área plantada de eucalipto (t-6)	1000 ha
PIC	Preço interno de celulose	US\$/t
PEC	Preço externo de celulose	US\$/t
PME	Preço de máquinas e equipamentos industriais	índice
PCL	Preço de combustíveis e lubrificantes	índice
PMAD	Preço da madeira	índice
SM	Salário mínimo	US\$
RISC	Risco do preço interno de celulose	US\$/t
TJ	Taxa de juros	% ao mês
T	Tendência	-
CIC	Capacidade instalada da indústria de celulose	t/dia
CIP	Capacidade instalada da indústria de papel	t/dia
PIBP	Produto Interno Bruto <i>per capita</i>	US\$/pessoa
PIB2	PIB dos 5 maiores importadores de celulose	milhões US\$
PEP	Preço externo do papel e papelão	US\$/t
TC	Taxa de câmbio	índice

*OC1, DIC1 e DEC1 representam as respectivas variáveis endógenas defasadas de um período.

Cada equação deverá conter as variáveis mais adequadas e relevantes, com base na teoria econômica. O sistema é composto por variáveis endógenas e por variáveis predeterminadas. São endógenas as variáveis cujos valores são determinados pelas equações do sistema, no caso representadas por OC, DIC e DEC. As variáveis predeterminadas são aquelas cujos valores são tomados como dados, e englobam duas categorias:

- a) variáveis exógenas, que são determinadas fora do sistema de equações;
- b) variáveis endógenas defasadas.

O sistema também envolve uma parcela aleatória, representada por (u_i). As equações do sistema foram ajustadas pelo método dos mínimos

quadrados ordinários (MQO), uma vez que as variáveis explicativas são todas predeterminadas. A pressuposição de que os preços de celulose e papel sejam exógenos parece razoável, particularmente para os países em desenvolvimento, pois estes são tomadores de preço no mercado internacional (Buongiorno, 1978).

Nas equações em que havia evidência de autocorrelação, utilizou-se o Método de Cochrane, Orcutt (1949), para corrigir o problema.

2.2.1 Descrição das variáveis utilizadas

2.2.1.1 Demanda

• Preço da celulose

O preço do produto é uma variável exógena do modelo. Espera-se uma relação inversa entre a quantidade demandada e a variável preço do produto.

• Renda

A renda é uma variável explicativa que normalmente é incluída nas equações de demanda. Com a elevação da renda dos consumidores, espera-se que haja um aumento na quantidade demandada do produto. O PIB foi utilizado como um indicador da renda. Na equação de demanda externa, foi utilizada a renda ponderada dos cinco maiores importadores da celulose do Brasil, os quais compram 68% da celulose comercializada no mercado internacional (Quadro 3). O percentual da quantidade importada por esses países foi utilizado na ponderação do PIB.

Quadro 3

QUANTIDADE TOTAL DE CELULOSE IMPORTADA DO BRASIL PELOS PRINCIPAIS PAÍSES IMPORTADORES EM 1992

País	Quantidade 1000t	% do sub-total	% do total acumulada
EUA	494	45	30,3
Japão	248	22	45,5
França	133	12	53,7
Alemanha	120	11	61,0
Itália	110	10	67,8
Subtotal	1.105	100	67,8
Resto do Mundo	525	-	32,2
Total	1.630	-	100,0

Fonte: FAO (1992).

- **Preço do substituto**

Para celulose não se tem um substituto perfeito, portanto, não foram considerados os produtos substitutos na análise.

- **Preço de produtos complementares**

Parece não haver um produto complementar bem definido na produção de celulose.

- **Preço de insumos**

A demanda de celulose é uma demanda derivada da indústria de papel. Vários trabalhos derivam a função de demanda a partir da função de lucro, aplicando o Lema de Hotelling. Daí, a explicação para alguns autores utilizarem os preços de insumos ou fatores de produção na função de demanda de celulose (Newman, 1987).

- **Tendência**

A tendência é uma variável colocada na equação de demanda para captar mudanças estruturais, ao longo do tempo. A demanda de celulose pode mudar, por exemplo, em virtude da substituição dos equipamentos que alteram a qualidade do produto, da evolução dos tipos de celulose e papel, da mudança no hábito dos consumidores, dos gostos e das preferências, das estruturas de propaganda e de outros pacotes tecnológicos.

- **Capacidade instalada**

A capacidade industrial é uma variável importante na determinação da demanda de celulose (Leuschner, 1973; Hultkrantz, Aronsson, 1989; Carter, 1992). A ampliação da capacidade de produção de uma indústria é uma decisão estratégica irreversível, pois implica mudanças na planta ou na estrutura da indústria. Portanto, deve ser planejada com base em informações de expectativa a longo prazo, ou seja, como se espera que o mercado se comporte no futuro. Normalmente, é mais lucrativo para as empresas operarem próximo da capacidade instalada. A capacidade instalada restringe as mudanças a curto prazo. A curto prazo, diz-se que “o capital é a planta onde a mão-de-obra opera”. Portanto, estudos empíricos de curto prazo, em que o capital é considerado fixo, como em Brannlund *et al.* (1985) e Kuuluvainen *et al.* (1987), citados por Hultkrantz, Aronsson (1989), não necessitam de incluir esta variável. Contudo, estudos de longo prazo, em que o capital é variável, requerem a inclusão desta variável.

2.2.1.2 Oferta

• Taxa de juros

Esta variável pode estar representando o custo do capital. Teoricamente, quanto maior a taxa de juros, menos atrativos se tornam os investimentos florestais e, portanto, menor a oferta de madeira e de celulose. Robinson (1974), citado por Hultkrant, Aronsson (1989), estimou a oferta de madeira como função do preço e da taxa de juros e obteve um sinal negativo para seu coeficiente.

• Área plantada

Esta variável pode ser um indicador da quantidade de madeira disponível para produção de celulose. A área plantada multiplicada pela produtividade média fornece um indicador do estoque de madeira. Neste estudo, defasou-se a área plantada em seis anos, pois esta é, em média, a idade ótima de corte do eucalipto para produção de celulose. Espera-se uma relação direta entre a área plantada (A_{t-6}) e a oferta de celulose.

• Salário

O salário representa o preço da mão-de-obra utilizada na produção. O aumento do salário aumenta os custos de produção, desestimulando a oferta, além disto, reduz os lucros, e para maximizá-los novamente deve-se reduzir o número de empregados, diminuindo a produção, e, portanto, a oferta.

• Preço de outros insumos (diesel e energia elétrica)

A indústria de celulose é consumidora potencial de energia, na maioria de suas fases. Os preços destes dois insumos podem ter algum efeito na quantidade ofertada. Espera-se um sinal negativo para seus coeficientes, dado que o aumento no preço dos insumos desestimula a oferta, sendo mais mantido constante.

• Preço do produto

É uma variável exógena do modelo. Espera-se que um aumento no preço promova um aumento na quantidade ofertada (sinal positivo para seu coeficiente).

• Tendência

A variável tendência é utilizada nos modelos de oferta para captar alterações temporais em variáveis, tais como: a evolução tecnológica, a descoberta de novos processos e equipamentos utilizados na produção de

celulose e papel, além de outras mudanças que, eventualmente, possam ocorrer ao longo dos anos. Normalmente, espera-se que o sinal de seu coeficiente seja positivo, pois as inovações, normalmente, aumentam a produção.

• Risco de preço

O risco de preço é expresso pela variação do preço. Quanto maior a variância dos preços, maior o risco do preço, ou seja, maior a incerteza com relação ao futuro. O aumento do risco de preços pode levar a uma maior ou menor oferta do produto, dependendo da maior ou menor proporção, na indústria, de empresários propensos ou avessos ao risco. Se, na indústria, houver uma maior proporção de pessoas propensas ao risco, espera-se que o sinal de seu coeficiente seja positivo, pois o aumento do risco leva a um aumento da oferta. Caso, na indústria, haja uma proporção maior de pessoas avessos ao risco, então espera-se um sinal negativo para seu coeficiente. No presente estudo, utilizou-se o desvio-padrão das três últimas observações como o risco de preço.

2.2.2 Testes estatísticos

Para testar a significância das regressões obtidas pelo MQO, utilizou-se o teste F, enquanto 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. Assim, cada equação apresentou variáveis mais relevantes, de acordo com a teoria econômica. Aquelas variáveis cujos coeficientes não foram significativos, ou cujos sinais não foram coerentes com a teoria econômica, foram excluídas dos modelos. A análise da existência de correlação serial nos resíduos foi feita por meio dos Testes d, de Durbin-Watson, ou “h”, de Durbin, sendo este último utilizado para os modelos nos quais existiu uma variável endógena defasada como variável explicativa. Utilizou-se o sistema computacional Shazam, versão 7.0, específico para se fazer análises econométricas.

2.2.3 Modelos de ajustamento parcial

No caso da oferta e demanda de celulose, o Modelo de Nerlove deve ser testado, pois o efeito dos preços pode se apresentar distribuído ao longo do tempo (Gujarati, 1988). O Modelo de Nerlove pressupõe que:

$$Y_t^* = \beta_0 + \beta_1 X_t + \mu_t \quad (1)$$

em que Y_t^* é a quantidade **desejada** de Y, no tempo t. A equação é denominada equação de longo prazo.

A relação entre o nível real e o desejado Y é especificado como:

$$Y_t - Y_{t-1} = \delta (Y_t^* - Y_{t-1}) \quad \text{ou} \quad Y_t = \delta Y_t^* + (1 - \delta) Y_{t-1} \quad (2)$$

em que:

$Y_t^* - Y_{t-1}$ = mudança desejada em Y ;

$Y_t - Y_{t-1}$ = mudança atual em Y ;

δ = coeficiente de ajustamento (ou elasticidade de ajustamento).

Substituindo (1) em (2), obtém-se a equação de curto prazo:

$$Y_t = \delta\beta_0 + \delta\beta_1 X_t + (1 - \delta) Y_{t-1} + \delta\mu_t. \quad (3)$$

A relação estimada seria:

$$\hat{Y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 X_t + \hat{a}_2 Y_{t-1}. \quad (4)$$

A equação (3) pode ser estimada e seus parâmetros são identificados. Com as variáveis em forma logarítmica, pode-se definir:

- elasticidade a curto prazo: $\hat{a}_1 = \delta\beta_1$;

- elasticidade a longo prazo: $\hat{\beta}_1$;

- coeficiente de ajustamento: δ ;

- tempo de ajustamento: $(1 - \delta)^t = 1 - \theta \quad \therefore \quad t = \frac{\log(1 - \theta)}{\log(1 - \delta)}$;

em que θ = proporção da oferta de longo prazo.

2.3 Fonte de dados

Os dados utilizados foram provenientes de séries temporais anuais, abrangendo o período 1978–1993. Não se trabalhou com um período maior, porque alguns dados não estavam disponíveis. Além disto, observando a evolução do mercado brasileiro de celulose e suas fases de implantação e expansão, o período de 1978 a 1993 parece representar melhor o mercado atual brasileiro e fornecer melhores projeções futuras. Portanto, pressupõe-se que esta amostra seja representativa e possa captar a evolução do setor de celulose. As quantidades produzida, importada e exportada de celulose, bem como o valor das quantidades importada e exportada foram obtidas da FAO (1970-1992). A partir destes dados, foram obtidos o consumo aparente

(produção + importação – exportação) e o valor unitário da exportação, que foram utilizados, respectivamente, como indicadores da quantidade consumida (DIC) e do preço pago aos exportadores de celulose e papel (PEC e PEP). O preço real interno de celulose foi fornecido pela ABCEL e corresponde ao preço de celulose ditado pela Comissão Interministerial de Preços (CIP). O preço real interno de papel e papelão e os preços da madeira, das máquinas e dos equipamentos industriais, dos combustíveis e lubrificantes e da matéria plástica estão na forma de índices e foram obtidos na Conjuntura Econômica da Fundação Getúlio Vargas (1970/1995), tendo sido corrigidos pelo Índice Geral de Preços (IGP). A taxa de juros, correspondente à taxa de empréstimos financeiros, *overnight* (% a. m.), e a taxa de câmbio (Real/US\$), na forma de índice, também foram obtidas na Conjuntura Econômica da Fundação Getúlio Vargas (1970/1995). Os PIB's do Brasil e dos cinco maiores importadores de celulose foram obtidos no boletim do Banco Central do Brasil (1994). A capacidade instalada de papel e celulose, a razão entre a quantidade de celulose produzida fibra curta/fibra longa, a área reflorestada anualmente pelo setor, bem como várias outras informações, foram obtidas no Relatório Anual da ANFPC (1977-1995). Os preços que estavam em dólares correntes foram deflacionados pelo IGP dos EUA, obtido do *Financial Statistics Yearbook*. Todos os preços e índices de preços estão na base 1993.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Oferta de celulose

Selecionou-se uma equação para representar a oferta de celulose, segundo as especificações feitas no modelo conceitual. Várias experiências foram desenvolvidas, a fim de se comparar os resultados obtidos das diferentes formulações alternativas. A forma logarítmica foi selecionada, por apresentar os melhores resultados, em termos de significância dos parâmetros estimados, de coerência de sinais e de grau de ajustamento. No modelo, a tendência (t) é apresentada na forma linear e as demais variáveis são apresentadas na forma logarítmica. As variáveis que se mostraram relevantes para explicar variações na quantidade ofertada de celulose foram:

- i) a variável dependente, tomada com retardamento de um ano ($\ln OC_{t-1}$);
- ii) o preço médio da celulose ($\ln PIC$);
- iii) o preço médio de máquinas e equipamentos industriais ($\ln PME$);
- iv) a tendência (T).

Os testes de significância e os parâmetros estimados no modelo são apresentados no Quadro 4. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado foi de 98,33%, o que indica que 98% das variações observadas na oferta de celulose são explicadas pelas variáveis predeterminadas do modelo.

Quadro 4

ESTIMATIVA DA EQUAÇÃO DE OFERTA DE CELULOSE, BRASIL, 1978-1993

Variáveis explicativas	Descrição	Coefficiente estimado (a)	Erro-padrão	Teste "t"
Constante		4,9866		
$\ln OC_{t-1}$	Produção de celulose, ano t-1	0,41174*	0,1108	3,715
$\ln PIC_t$	Preço interno da celulose	0,10889*	0,05150	2,114
T	Tendência	0,029164*	0,007138	4,086
$\ln PME_t$	Preço de máquinas e equipamentos	-0,31905*	0,1043	-3,059
$R^2 = 0,9833$ h = 1,39 (sc)				

(a)* Significativo em nível de 1%; ** significativo em nível de 5%; sc = sem correlação serial.

Todos os coeficientes das variáveis explicativas foram significativos em nível de 1% de probabilidade e apresentaram sinais condizentes com a teoria. O sinal positivo dos coeficientes, da variável endógena defasada, do preço de celulose e da tendência indica que estas variáveis influem positivamente na oferta, enquanto o sinal negativo do preço de máquinas e equipamentos industriais indica uma relação inversa entre esta última variável e a oferta de celulose.

Por meio do Teste "h", de Durbin, verificou-se a ausência de correlação serial nos resíduos. A matriz de correlação simples das variáveis explicativas indica um alto grau de associação entre as variáveis oferta retardada e tendência. Dado que a Estatística "t" demonstra altos níveis de significância para estas variáveis e, pela Regra de Klein (Gujarati, 1988), o R^2 obtido da equação foi maior que as correlações ao quadrado das variáveis explicativas ($r_{x_i}^2$), a oferta defasada e a tendência foram mantidas no modelo. Quanto às demais variáveis, não se observaram altas correlações entre elas.

A partir da equação de oferta a curto prazo, pode ser obtida a equação de oferta a longo prazo, pois todos os seus parâmetros são identificados:

$$\widehat{\ln OC}_t = 8,47686 + 0,1851 \ln PIC_t + 0,049577 T_t - 0,54236 \ln PME_t$$

Como as estimativas foram feitas a partir de um modelo logarítmico, os parâmetros estimados podem ser interpretados como as estimativas das elasticidades a curto prazo. As elasticidades-preço da oferta de celulose foram de 0,11 e 0,18, a curto e longo prazos, respectivamente, o que indica que um aumento de 10% no preço da celulose possibilitaria o incremento de produção em torno de 1,1% a curto prazo e de 1,8% a longo prazo, **ceteris paribus**, indicando que a oferta de celulose é inelástica com relação ao seu preço.

O coeficiente de ajustamento, estimado em 0,59, indica que aproximadamente 59% do ajustamento de equilíbrio a longo prazo é realizado no decorrer de um ano, ao passo que são necessários 4,4 anos para que se verifique 98% do ajuste pleno, ou seja, que a produção atual de celulose atinja 98% da produção desejada, **ceteris paribus**.

3.2 Demanda interna de celulose

As variáveis que melhor explicaram as variações da demanda interna de celulose foram:

- i) a quantidade demandada defasada ($\ln DIC_{t-1}$);
- ii) o preço interno da celulose ($\ln PIC_t$);
- iii) o Produto Interno Bruto *per capita* ($\ln PIBP_t$);
- iv) a tendência (T).

O melhor ajustamento foi obtido ao utilizar o modelo na forma logarítmica. O coeficiente de determinação (R^2) mostrou que 97,76% das variações ocorridas na demanda interna de celulose foram explicadas pelas variáveis predeterminadas do modelo. Os testes de significância e os parâmetros estimados no modelo são apresentados no Quadro 5.

O coeficiente da variável dependente defasada foi significativo em nível de 5% de probabilidade e apresentou sinal positivo. O coeficiente da variável preço interno de celulose foi significativo em nível de 1% de probabilidade e apresentou sinal negativo, o que sugere uma relação inversa entre preço e quantidade demandada. O coeficiente da variável PIB *per capita*, significativo em nível de 1% de probabilidade, apresentou-se com sinal positivo, indicando uma relação direta entre PIB *per capita* e quantidade demandada. O coeficiente da variável tendência foi significativo em nível de 1% de probabilidade, e seu sinal positivo indica que a quantidade demandada elevou-se, no período estudado.

Quadro 5

ESTIMATIVA DA EQUAÇÃO DE DEMANDA INTERNA DE CELULOSE, BRASIL, 1978-1993

Variáveis explicativas	Descrição	Coeficiente estimado (a)	Erro-padrão	Teste "t"
Constante		-4,1037		
$\ln DIC_{t-1}$	Demanda interna defasada, ano t-1	0,33128**	0,1643	2,016
$\ln PIC_t$	Preço interno da celulose	-0,12434*	0,0461	-3,062
$\ln PIBP_t$	PIB <i>per capita</i>	1,1406*	0,3246	4,514
T	Tendência	0,029188*	0,009047	3,226
$R^2 = 0,9776$ $h = -1,0286$ (sc)				

(a)* Significativo em nível de 1%; ** significativo em nível de 5%; sc = sem correlação serial.

O Teste "h" de Durbin indicou ausência de correlação serial nos resíduos. A matriz de correlação simples das variáveis explicativas indica um alto grau de associação entre as variáveis quantidade demandada defasada e tendência. Dado que a Estatística "t" demonstra altos níveis de significância para estas variáveis, a quantidade demandada defasada e a tendência foram mantidas no modelo. Quanto às demais variáveis, não se observaram altas correlações entre elas.

A partir da equação de demanda a curto prazo, pode ser obtida a equação de demanda a longo prazo:

$$\ln \widehat{DIC}_t = -6,13665 - 0,185937 \ln PIC_t + 1,7056 \ln PIBP_t + 0,043647 T_t$$

As elasticidades-preço da demanda interna de celulose, a curto e longo prazos, foram de -0,12 e -0,18, respectivamente, e sugerem que um aumento de 10% no preço interno da celulose ocasionaria uma diminuição na quantidade demandada de 1,2% a curto prazo e de 1,8% a longo prazo, *ceteris paribus*, indicando que a demanda de celulose é relativamente inelástica com relação ao preço do produto. Este resultado é coerente com os resultados de trabalhos realizados em outros países (Buongiorno, 1978).

As elasticidades-renda da demanda interna de celulose de 1,14 e 1,70, no curto e no longo prazos, indicam que um aumento de 10% na renda (representada pelo PIB *per capita*) possibilitaria, *ceteris paribus* e respectivamente, um incremento na quantidade demandada em torno de 11,4% e 17% (a curto e longo prazos). Conclui-se que a demanda de celulose é mais

sensível às variações na renda do que às variações no preço. Estes resultados também são coerentes com trabalhos anteriores.

O coeficiente de ajustamento, estimado em 0,67, indica que aproximadamente 67% do ajustamento de equilíbrio a longo prazo é realizado no decorrer de um ano, ao passo que são necessários 3,6 anos para que se verifique 98% do ajuste pleno, ou seja, para que a quantidade demandada atual de celulose atinja 98% da demanda desejada, *ceteris paribus*. O coeficiente de elasticidade de ajustamento apresentado indica que as empresas não respondem, no período de um ano, aos incentivos econômicos a elas concedidos. A razão deste retardamento poderia ser a falta de adequada infra-estrutura material ou empresarial, a limitação de capital, ou outros fatores ligados às indústrias de papel e celulose.

3.3 Demanda de exportação de celulose

Dentre as variáveis introduzidas nos diversos modelos ajustados mostraram-se relevantes a variável dependente tomada com retardamento de um ano (DEC_{t-1}); o preço de celulose recebido pelos exportadores (PEC_t); o PIB dos cinco maiores importadores de celulose, ponderado pelas respectivas quantidades importadas ($PIB2_t$); o preço do mercado internacional do papel e papelão (PEP_t); e a variável $T2$, (razão entre a quantidade produzida de celulose de fibra curta e quantidade de celulose produzida de fibra longa) (Quadro 6). O melhor ajustamento foi obtido ao utilizar o modelo na forma linear. Os testes de significância e os parâmetros estimados no modelo são apresentados no Quadro 6. O coeficiente de determinação (R^2), da ordem de 0,94, indica que 94% das variações observadas nas exportações de celulose são explicadas pela regressão ou pelas variáveis predeterminadas.

O coeficiente da variável dependente retardada foi significativo em nível de 1% e apresentou sinal positivo. O coeficiente da variável preço pago aos exportadores de celulose foi significativo em nível de 18% e apresentou sinal negativo. O coeficiente da variável $PIB2_t$ foi significativo em nível de 1% e apresentou sinal positivo, estando coerente com a teoria. O coeficiente da variável $T2$ foi significativo em nível de 1% e apresentou sinal positivo, indicando que os aumentos na exportação são explicados pelos aumentos relativos na produção de celulose de fibra curta, pois a celulose de fibra curta brasileira é considerada de alta qualidade e tem crescente aceitação no mercado mundial. O coeficiente da variável preço pago aos exportadores de papel foi significativo em nível de 15% e apresentou sinal negativo, indicando uma relação inversa entre preço externo de papel e demanda de exportação de celulose, ou seja, o aumento no preço pago aos exportadores de papel diminui as exportações de celulose, o que era de se esperar.

Quadro 6

ESTIMATIVA DA EQUAÇÃO DE DEMANDA DE EXPORTAÇÃO DE CELULOSE, BRASIL, 1978-1993

Variáveis explicativas	Descrição	Coefficiente estimado (a)	Erro-padrão	Teste "t"
Constante		-917,84		
DEC_{-1}	Demanda de exportação defasada, ano t-1	0,54228*	0,1485	3,651
PEC_t	Preço pago aos exportadores de celulose	-0,25512***	0,2584	-0,987
$PIB2_t$	PIB ponderado	0,0002066*	0,0000798	2,588
$T2_t$	Razão (quantidade celulose fibra curta / fibra longa)	465,21*	97,21	4,785
PEP_t	Preço pago aos exportadores de papel	-0,25635**	0,2123	-1,207
$R^2 = 0,9428$ h = 2,06 (sc)				

(a) * Significativo, em nível de 1%; ** significativo, em nível de 15%;

*** significativo em nível de 18%; sc = sem correlação serial.

Mediante o Teste "h" de Durbin, verificou-se ausência de correlação serial nos resíduos. A matriz de correlação simples das variáveis explicativas do modelo não indica que existam problemas de multicolinearidade.

A partir da equação de demanda de exportação a curto prazo, pode ser obtida a equação de demanda de exportação a longo prazo:

$$\widehat{DE}_t = -2005,2434 - 0,55737 PEC_t + 0,00045 PIB2_t + 1016,3637T2_t - 0,056006 PEP_t$$

O coeficiente de ajustamento, estimado em 0,4577, sugere que aproximadamente 46% do ajustamento de equilíbrio a longo prazo é realizado no decorrer de um ano, sendo necessários 6,4 anos para que se verifique 98% do ajustamento pleno, *ceteris paribus*.

As elasticidades-preço da demanda de exportação de celulose, calculadas pela média das variáveis envolvidas, foram de -0,17 e -0,37, a curto e longo prazos, respectivamente, indicando que um aumento de 10% no preço pago aos exportadores de celulose acarretaria uma diminuição na quantidade demandada em torno de 1,7% e 3,7%, a curto e longo prazos, respectivamente, *ceteris paribus*. Conclui-se que as exportações de celulose são pouco sensíveis às variações no preço do produto. As elasticidades-renda da demanda de

exportação de celulose foram 0,68 e 1,48, a curto e longo prazos, respectivamente, indicando que um aumento de 10% na renda dos cinco maiores importadores, representada pelo PIB, proporcionaria um aumento de 6,8% e 14,8%, a curto e longo prazos, respectivamente, nas exportações brasileiras de celulose, *ceteris paribus*. Conclui-se que a demanda de exportações de celulose é mais sensível às variações na renda dos países importadores do que às variações do preço do mercado internacional.

As elasticidades-preço cruzadas da demanda externa de celulose, a curto e longo prazos, foram de -0,23 e -0,50, respectivamente, indicando que um aumento de 10% no preço externo do papel e papelão proporcionaria uma diminuição na quantidade demandada de celulose pelos outros países de 2,3% a curto prazo e de 5,0% a longo prazo, *ceteris paribus*, portanto, um decréscimo menos que proporcional.

4 CONCLUSÃO

As principais conclusões deste trabalho foram:

- Dos vários modelos testados durante esta pesquisa, observou-se que aqueles que incluem a variável endógena defasada como variável explicativa, ou seja, os modelos dinâmicos, apresentaram melhores ajustes além de fornecerem as equações de curto e longo prazos.
- Embora no início da pesquisa se pensou em utilizar um número maior de variáveis, as melhores equações foram aquelas mais simples com poucas variáveis explicativas.
- Na oferta de celulose, foram obtidas elasticidades-preço de 0,11 e 0,18, a curto e longo prazos, respectivamente, indicando que a oferta de celulose é inelástica com relação ao seu preço.
- Na demanda interna de celulose, as elasticidades-preço foram de -0,12 e -0,18, a curto e longo prazos, respectivamente, indicando que a demanda também é inelástica com relação ao preço do produto.
- Como a oferta e a demanda de celulose são preço-inelásticas, qualquer choque ou mudança no mercado, seja na demanda ou oferta, vai afetar mais o preço do que as quantidades ofertada e demandada do produto.

- As elasticidades-renda foram de 1,14 e 1,17, a curto e longo prazos, respectivamente, concluindo-se que a demanda é mais sensível às variações na renda do que às variações no preço.
- Na demanda de exportação, verifica-se, também, que a demanda de exportação é mais sensível às variações na renda dos países importadores do que às variações no preço da celulose. A demanda de exportação de celulose também mostrou-se pouco sensível às variações no preço de papel e papelão.
- Estes modelos aqui apresentados fornecem subsídios para o melhor conhecimento do mercado brasileiro de celulose, podendo ser utilizados para estimação, previsão bem como em análises de políticas que possam afetar o setor.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANFPC. *Relatório estatístico: 1976/1994*. São Paulo : 1977/1995 (vários números).
- ANTUNES, M. R. *Dinâmica da demanda de papel e papelão no Brasil: um modelo de ajustamento de estado*. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 65p, 1992. (Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal).
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Índices econômicos. *Boletim do Banco Central do Brasil*. v. 30, n. 1, 1994.
- BARROS, G. S. C. *Economia da comercialização agrícola*. Piracicaba : FEALQ, 1987. 306p.
- BAUDIN, A., LUNDBERG, L. A world model of the demand for paper and paperboard. *Forest Science*, v. 33, n. 1, p. 185-196, 1987.
- BRANDT, S.A. *Comercialização agrícola*. Piracicaba : Livroceres, 1980. 195p.
- BUONGIORNO, J. Income and price elasticities in the world demand for paper and paperboard. *Forest Science*, v. 24, n. 2, p. 231-246, 1978.

- CARTER, D. R. Effects of supply and demand determinants on pulpwood stumpage quantity and price in Texas. *Forest Science*, v. 38, n. 3, p. 652-660, 1992.
- COCHRANE, D., ORCUTT, G. H. Application of Least Squares Regressions to Relationships Containig Autocorrelated Error Terms. *Journal of the American Statistical Association*, v. 44, p. 32-61, 1949.
- FAO. *Yearbook of forest products*. Rome : Food and Agricultural Organization, 1970-1992.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. Índices econômicos. *Conjuntura Econômica*, 1970-1995.
- GUJARATI, D.N. *Basic econometrics*. 2. ed. Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1988. 705p.
- HULTKRANT, L., ARONSSON, T. Factors affecting the supply and demand of timber from private nonindustrial lands in Sweden: an econometric study. *Forest Science*, v. 35, n. 4, p. 946-961, 1989.
- LEUSCHNER, W.A. An econometric analysis of the Wisconsin aspen pulpwood market. *Forest Science*, v. 19, n. 1, p. 41-46, 1973.
- NEWMAN, D. H. An econometric analysis of the southern softwood stumpage market: 1950-1980. *Forest Science*, v. 33, n. 4, p. 932-945, 1987.
- OLIVEIRA, A. D. *Análise das possíveis mudanças comerciais e estruturais do mercado internacional de celulose*. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1995. 131p. (Tese de Doutorado em Ciência Florestal)
- SAMUELSON, P. A. *Introdução à economia*. Rio de Janeiro : Agir, 1975. 996p.
- SINGH, B. K., NAUTIYAL, J. C. Adjustment dynamics of paper and paperboard consumption in Canada. *Journal of Agricultural Economics*, n. 34, p. 45-65, 1986.